PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 18. 15. September 1905. 6. Jahrgang.

Redaktionsschluß für No. 19 am 20. September 1905.

INHALT:

Originalmitteilungen:

H. W. Schmidt, Über eine einfache Methode zur Messung des Emanationsgehalts von Flüssigkeiten. S. 561.

S. Sano, Über das Gleichgewicht von Flüssigkeiten in einem elektromagnetischen Felde. S. 566.

J. W. Giltay, Vielfach-Telephonie mittels des Telegraphons. S. 572.

F. Fischer, Über eine für chemische Zwecke geeignete Quecksilberbogenlampe mit Quarzeinsatz. S. 575.

F. Fischer u. F. Braehmer, Über die Bildung des Ozons durch ultraviolettes Licht. S. 576.

S. Guggenheimer, Über den Dissoziationszustand der von Metallen abgespaltenen Gase. S. 579.

J. R. Januszkiewicz, Zwei neue Versuche mit dem elektrischen Winde. S. 581.

D. A. Kreider, Ein Jod-Titrier-Voltameter. S. 582.

H. Happel, Nachtrag zu meinem Bericht über das Gesetz der korrespondierenden Zustände. S. 588.

Besprechungen:

A. Riedler, Großgasmaschinen. S. 588.

E. A. Brauer, Festigkeitslehre. S. 590.

A. Nouguier, Theorie des Magnetismus und der Elektrizität. S. 591.

Verhandlungen des internationalen Historischen Kongresses. S. 591.

A. Höfler, Zur gegenwärtigen Naturphilosophie. S. 591.

J. Guillaume, Lehrbuch der Elektrizität. S. 592.

Personalien. S. 593.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1905/06. S. 593.

Gesuche. S. 608.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über eine einfache Methode zur Messung des Emanationsgehalts von Flüssigkeiten.

Von Heinrich Willy Schmidt.

Das weitverbreitete Vorkommen der Emanation radioaktiver Substanzen in vielen natürlichen Quellen ist für den Physiker, Geologen, Mediziner heutzutage von großem Interesse. Zahlreiche Untersuchungen über den Emanationsgehalt verschiedener Quellen liegen bereits vor; doch sind die bisher beschriebenen Methoden zum größten Teil zeitraubend, umständlich und oft auch ungenau. Hier soll nun eine Methode beschrieben werden, die exakte Zahlen gibt, schnell ausgeführt werden kann und Apparate erfordert, die nicht mehr Platz wegnehmen, wie eine photographische Camera mittlerer Größe mit Zubehör. Die Messungen können deshalb bequem am Ort der Quelle selbst vorgenommen werden.

Das Prinzip der Methode ist das folgende: Die Luftmenge l_1 (vgl. Fig. 1) und die Wassermenge w werden in der Flasche F so lange geschüttelt, bis sich die Emanation nach dem Henry-Daltonschen Gesetze verteilt hat.[1]) Dann wird die mit Emanation angereicherte Luft nach Öffnung der beiden an F befindlichen Hähne h_1 und h_2 durch ein starkes Zirkulationsgebläse G mit der im Untersuchungsgefäß U befindlichen Luft vermischt. In U befindet sich der Zerstreuungskörper k, aus dessen Ladungsabnahme auf den Emanationsgehalt geschlossen werden kann. Die zeitliche Ladungsabnahme selbst wird aus dem Wandern des Aluminiumblättchens a mit Hilfe eines Ablesemikroskops bestimmt.

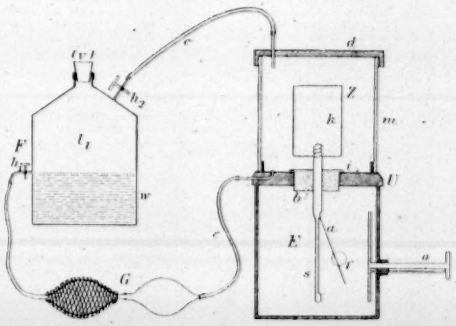


Fig. 1.

Das Untersuchungsgefäß besteht aus Metall und ist durch die Zwischenwand i in das eigentliche Zerstreuungsgefäß Z und das Elektroskop E getrennt. Z besteht aus einer Messingröhre m von 7 cm lichter Weite und 7 cm Höhe, die auf i aufgeschraubt wird, und einem ebenfalls abschraubbaren Aluminiumdeckel d, der von einem Hahnansatz durchbohrt ist. In E befindet sich der Messingstreifen s und daran das 2 mm breite Aluminiumblättchen a. Dieses kann beim Transport des Instrumentes durch den verschiebbaren Backen o geschützt werden. s setzt sich nach oben in eine runde Messingstange fort, die luftdicht durch das Bernsteinstück b hindurchgeht und in den zylindrischen Zerstreuungskörper k endet. b ist gut poliert und in die Zwischenwand eingekittet. Die Ab-

1) Vergl. H. Fhr. Rausch v. Traubenberg, diese Zeitschr. **5**, 130, 1904.

lesung der Blättchenstellung geschieht durch zwei sich gegenüberstehende Glasfensterchen f hindurch, welche in die völlig metallene Vorder- und Rückwand des Elektroskops eingekittet sind. Die Ladung des Zerstreuungskörpers wird — ähnlich wie bei dem Elster-Geitelschen Apparate[1]) — mit einem durch die Rückwand des Elektroskops isoliert hindurchgehenden, geeignet gebogenen Messingdraht ausgeführt: Beim Laden liegt der Draht am Streifen s, beim Gebrauch an der Elektroskopwand an. Sehr gut läßt sich die Ladung mit einer Siegellackstange ausführen, die durch Reiben am Beinkleid des Beobachters elektrisch gemacht und dann über den in eine Spitze endigenden Ladedraht gestrichen wird.

Ablesemikroskop[2]) bezw. dessen äußerer Tubus und Untersuchungsgefäß sind fest miteinander verbunden und können zusammen auf einem Dreifuß bezw. einem Stativ aufgeschraubt werden. Die Eichung des Elektrometers war mit einem vorher nicht benutzten Günther und Tegetmeyerschen Elektroskop ausgeführt. Ein kleiner Teilstrich der Skala entspricht durchschnittlich ca. 0,5 Volt. Beobachtet wird der Schnittpunkt der vorderen Kante des Aluminiumblättchens mit einem horizontalen Strich, der die Teilstriche der Okularskala halbiert (vgl. Fig. 2). Es können so noch zehntel Teilstriche, also $^1/_{20}$ Volt geschätzt werden. Wegen dieser großen Empfindlichkeit muß das Instrument beim jedesmaligen Gebrauch mit einer auf den Verschlußdeckel aufgesetzten Libelle einjustiert werden. Auch müssen ungleichmäßige Erwärmungen des Elektroskopgehäuses (durch Berühren mit dem Finger z. B.) vermieden werden, weil dann das Aluminiumblättchen durch die entstehenden äußerst geringen Luftströme aus seiner Gleichgewichtslage entfernt wird.

Fig. 2.

Die Ablesung ist sehr bequem vorzunehmen, da der vordere Blättchenrand äußerst scharf im Mikroskop zu erkennen ist. Das Blättchen erscheint wegen des geringen Durchmessers der Glasfenster f (= 8 mm) völlig schwarz auf hellem Hintergrund. Störende Beleuchtungen sind durch ein innen geschwärztes Rohrstück von 8 mm lichter Weite, das zentrisch über dem hinteren Glasfenster sitzt, gänzlich ausgeschlossen. Zehntel Teilstriche lassen sich viel sicherer schätzen, als bei einem Elektroskop von Günther & Tegetmeyer mit der Elster-Geitelschen Ablesevorrichtung. Bei dieser ist, wie L. und A. Boltzmann (diese Zeitschrift **6**, 2, 1905) bereits erwähnen, eine völlig parallaxenfreie Ablesung kaum zu erzielen. Die Beschränktheit des Gesichtsfeldes — bei dem benutzten Elektroskop konnte man nur Ablesungen zwischen 124,04 und 168,22 Volt machen — ist weiter nicht hinderlich, da man bequem und schnell wieder aufladen kann. Auch kann bei zu schnellem oder langsamem Wandern des Aluminiumblättchens die Kapazität des Systems durch größere oder kleinere Zerstreuungskörper k geändert werden.

Die Schüttelflasche F von 1500 ccm Inhalt ist aus Blech gefertigt. (Es wurde bei den Vorversuchen auch eine gläserne von kleinerem Volumen verwandt.) Auf dem Hals sitzt ein fester Verschluß v (in der Figur nicht gezeichnet), ähnlich dem an Selterswasserflaschen, damit etwaige beim Schütteln freiwerdende Gase nicht entweichen können.

Die Verbindungsschläuche sind aus schwarzem Gummi von 8 mm äußerer Weite gewählt. Aus demselben Material besteht das Gebläse.

Die Untersuchung geschieht so: U wird aufgestellt und geladen, die Schläuche an die Schlauchansätze von Z angeschlossen. Dann wird F so weit mit Wasser gefüllt, bis dieses aus dem horizontal gestellten offenen Gefäß bei h_1 ausläuft.[1]) Jetzt werden die Hähne und v geschlossen, F ca. $^1/_2$ Minute stark geschüttelt[2]), h_1 und h_2 an die Gummischläuche angeschlossen und das Gummigebläse $^1/_2$ Minute in Tätigkeit gesetzt. Dann wird sofort mit Hilfe einer Stechuhr das Wandern des Blättchens über eine bestimmte Anzahl Teilstriche im Okularmikrometer verfolgt. Darauf wird die Emanation durch das Gummigebläse ausgeblasen und wiederum das Wandern des Blättchens verfolgt (Methode A). — Etwas genauere Werte bekommt man, wenn man nach Aufstellung des Instruments den natürlichen Zerstreuungskoeffizienten bestimmt, das Gebläse in Tätigkeit setzt, dann zu bestimmten vom Beginn der Luftzirkulation gerechneten Zeiten Ablesungen macht und an diesen unter eventueller Berücksichtigung

1) Vergl. z. B. Zeitschr. f. Instrumentenkde. **24**, 193, 1904. S. 72) Von E. Leitz, Wetzlar. Von dieser Firma, sowie von Spindler & Hoyer in Göttingen, wird der Apparat mit allem Zubehör hergestellt.

1) Im Gelände kann man F sehr leicht horizontal aufstellen, wenn man es nach Einjustierung von U und Abnahme von d auf die laufend gedrehte Endfläche von m setzt und das überflüssige Wasser ablaufen läßt.

2) Die Methode, die Emanation durch Schütteln auszutreiben, ist wohl zuerst von H. Mache-Wien (Wien. Ber. **113**, Abt. IIa, 1329, 1904) benützt.

des natürlichen Zerstreuungskoeffizienten aus der auf S. 565 befindlichen Tabelle III Korrektionen anbringt. (Methode B.)

$^1/_2$ Minute langes heftiges Schütteln genügt völlig, um der Luft den jeweils möglichen Maximalgehalt von Emanation mitzuteilen. Es wurden sehr viele Beobachtungen gemacht, bei denen jedesmal dasselbe Quantum künstlich mit Radiumemanation aktivierten Wasser verschieden lange geschüttelt wurde. Bei Wasser von gleicher Aktivität zeigte sich kein Unterschied, ob das Schütteln $^1/_4$ Minute oder 12 Minuten durchgeführt wurde oder ob das Wasser stark oder schwach aktiviert war. Auch $^1/_2$ Minute langer Betrieb des Gebläses ist zum gleichmäßigen Verteilen der Emanation genügend. Bei einem einzelnen Zug bezw. Druck werden jedesmal über 100 ccm Luft gefördert, sodaß die 240 ccm Luft des Zerstreuungsraumes sich bei 30 Zügen (ein jeder nahm ca. 1 Sekunde in Anspruch) völlig mit der übrigen vermischt hat. Ein Zuschalten von Trockenflaschen bezw. -Röhren in den Zirkulationskreis erwies sich völlig überflüssig. Der polierte und der Gefahr des Verstaubens entzogene Bernstein verhindert an seiner Oberfläche eine etwaige Wasserkondensation. Auf alle mögliche Weisen wurde die Isolation geprüft: *E* wurde mit Natrium, *Z* mit Chlorkalzium getrocknet, es wurden Flaschen mit Luft oder Wasser, mit oder ohne Trockenvorlagen in den Zirkulationskreis eingeschaltet: immer ergab bei hintereinander folgenden Beobachtungen sich dieselbe Größe des natürlichen Spannungsabfalls. Ja, wenn die Flasche *F* mit 53° warmem emanationsfreiem Wasser beschickt und geschüttelt und dann die warme gesättigte Luft der Flasche mit der kalten des Apparats vermischt wurde, zeigte sich nicht die geringste Zunahme in der Entladegeschwindigkeit des Elektroskops. Ob bei höheren Wassertemperaturen die Isolation ausreicht, habe ich nicht untersucht, da dieser Fall für meinen Zweck nicht in Betracht kam. Entschieden muß man aber Vorsicht mit Trockenmitteln anwenden, da z. B. reine konzentrierte Schwefelsäure der Luft eine schwache, aber immerhin deutliche Leitfähigkeit erteilt. Auch soll $P_2 O_5$, wie ich einer mündlichen Mitteilung von Herrn Schenck-Marburg verdanke, unter Umständen $P_4 O_6$ enthalten, also den Körper, der nach Schencks Ansicht die von langsam oxydierendem *P* herrührende Leitfähigkeit der Luft bedingt.

Durch das sofortige Beobachten des Ladungsabfalls wird eine starke Infektion des Apparats unmöglich gemacht. Die Wirkung der induzierten Aktivität auf die Leitfähigkeit der Luft läßt sich freilich, selbst bei der schnellsten Beobachtung, überhaupt nicht vermeiden. Das geht aus beistehender Tabelle I und Figur 3 hervor.

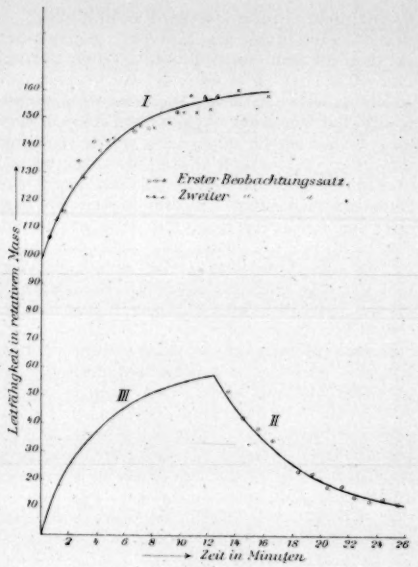


Fig. 3.

Tabelle I.

Zeit in Minuten	Skalenteile	Beobachtgs.-dauer in Sek.	Millivolt	Millivolt pro Sek.
0,5	4,5— 5,5	9,5	4420	465
1,5	0,0— 1,0	8	4060	509
2,5	5,2— 6,2	7,5	4470	594
3,5	0,5— 2,5	15	9280	619
4,5	7,0— 9,0	15,2	9430	621
6,5	2,1— 4,1	13,2	8500	635
7,5	8,0—10,0	14,8	9480	639
8,5	6,6— 9,6	20,7	13900	670
9,5	2,4— 5,4	19,4	12970	670
10,5	5,1— 8,1	19,8	13530	686
11,5	2,3— 5,3	19,2	12960	676
12,5	2,0— 5,0	19,0	12880	680
		Emanation ausgeblasen		
13,5	8,4—9,4	21,0	4730	225
14,5	1,0—2,0	22,5	4140	184
15,5	3,4—4,4	26,0	4310	166
16,5	5,5—6,0	15,0	2240	149
17,5	7,3—7,8	20,3	2310	113
18,5	8,6—9,1	23,0	2370	103
19,5	2,2—2,7	24,2	2310	95,5
20,5	3,4—3,7	16,0	1270	79,5
21,5	4,4—4,7	17,0	1320	77,8
22,5	5,3—5,6	21,6	1330	61,7
23,5	6,1—6,4	24,6	1350	55,0
24,5	6,9—7,1	16,0	920	57,5
25,5	7,6—7,9	28,6	1390	48,2

In der ersten Kolonne der Tabelle steht die Zeit gerechnet in Minuten vom Beginn der Luftzirkulation an, in der zweiten die Anzahl Skalenteile, die das Aluminiumblättchen durchwandert, in der dritten die dazu nötige Zeit in Sekunden

ausgedrückt, in der vierten die Millivoltzahl, die den Skalenteilen der Kolonne 2 entspricht, in der fünften die Millivoltzahl pro Sekunde. Die Zeit der Kolonne 1 wurde mit einer großen, vom Standpunkt des Beobachters sichtbaren Wanduhr abgelesen, die nur Minuten und Sekunden anzeigt. Es wurde so eingerichtet — bei einiger Übung war das leicht zu machen — daß der zeitliche Mittelwert einer einzelnen Ablesung stets auf eine volle ganze oder halbe Minute fiel. Ich gebe die Art der Beobachtung so genau an, weil sich so am besten die Abweichung der einzelnen Werte von der aus fünf verschiedenen Beobachtungssätzen graphisch interpolierten Kurve ergibt.[1]) Der Beobachter muß nämlich während jeder einzelnen Minute die große Wanduhr beobachten, das Wandern der Blättchen verfolgen, die Stechuhr in Gang setzen und anhalten, schließlich noch die gemachten Ablesungen notieren und eventuell das Elektroskop neu aufladen. Dabei laufen sehr leicht kleine Irrtümer unter. So würde z. B. schon eine Ablesungsänderung an der Stechuhr von $^1/_2$ Sekunde genügen, um den dritten weit über die Kurve fallenden Punkt unter die Kurve rücken zu lassen.

Nachdem 12,5 Minuten der Anstieg der Leitfähigkeit beobachtet war (Kurve I), wurde die Emanation schnell ausgeblasen, und jetzt der Abfall der von der induzierten Aktivität allein herrührenden Leitfähigkeit beobachtet (Kurve II). Aus den beiden Teilen der erhaltenen Kurve läßt sich rückwärts die zur Zeit 0, bezw. zur Zeit 12,5 vorhandene Leitfähigkeit interpolieren.[2]) Man sieht, daß die zur Zeit 12,5 bestehende Leitfähigkeit sich aus der zu Beginn des Versuchs vorhandenen, von der Emanation allein herrührenden Leitfähigkeit und der durch die induzierte Aktivität hervorgerufenen Leitfähigkeit (Kurve III) zusammensetzt.

Es fragt sich nun, wie man bei einer einzelnen, z. B. im Gelände gemachten Beobachtung die Wirkung der induzierten Aktivität in Abrechnung bringen soll. Von den bisherigen Beobachtern sind zwei Möglichkeiten vorgeschlagen: Man macht entweder eine einzige Beobachtung, bläst die Emanation aus, beobachtet die noch vorhandene Leitfähigkeit und bringt sie von der ersten Beobachtung in Abzug[3]), oder man beobachtet den Anstieg der Aktivität mit der Zeit und interpoliert auf die Zeit 0[1]).

Wie aus dem anfänglichen steilen Anstieg bezw. Abfall der Kurven I und II ersichtlich, haben beide Methoden eine beschränkte Anwendbarkeit: Sie werden zu wirklich brauchbaren Resultaten nur dann führen, wenn man wie bei dem hier beschriebenen Apparat, unmittelbar nach dem Ein- bezw. Ablassen der Emanation die Beobachtungen machen kann und dazu jedesmal nur kurze Zeit braucht. Sonst wird, wie leicht einzusehen, in beiden Fällen der von der induzierten Aktivität herrührende Betrag der Leitfähigkeit zu klein gefunden werden.

Die erste Methode (Methode A, S. 562) gibt, wenn wir direkt nach der eigentlichen Beobachtung die Emanation wieder durch 30 Gebläsezüge entfernen, bei unserer Versuchsanordnung kaum einen Fehler. Zwar ist der gefundene Wert etwas kleiner, als der von der Induktion herrührende Wert der Leitfähigkeit unmittelbar nach dem Ausblasen. Wir müssen aber bedenken, daß es uns auf diesen Wert gar nicht ankommt, sondern auf den Wert, welcher der mittleren Zeit unserer ersten Beobachtung entspricht. Da nun die von der Induktion herrührende Leitfähigkeit (Kurve III der Figur) anfänglich in ähnlicher Weise wächst, wie sie später verschwindet[2]), so wird ein wirklich gemachter Fehler das Schlußresultat um kaum mehr als 3-Proz. ändern.

Die zweite Methode (Methode B, S. 562) ist entschieden genauer, da uns mehrere Ablesungen zur Verfügung stehen und wir aus der Gesamtheit dieser den Betrag der Emanation allein interpolieren können. Und dann kann man aus dem Anstieg der Leitfähigkeit ersehen, ob wir es wirklich nur mit Radiumemanation zu tun haben. In diesem Falle kann man den Betrag der Induktion in jedem Zeitmomente aus Kurve III der Fig. 3 ablesen. Da man nun zu jeder Beobachtung immer eine bestimmte Zeit braucht, wird man als den in Rechnung zu ziehenden Zeitmoment unbedenklich den Mittelwert der Beobachtungszeit annehmen können, solange diese Beobachtungszeit klein ist. Und selbst wenn diese groß ist, wird der eingehende Fehler klein bleiben.

Über den Anstieg und Abfall der induzierten Radioaktivität („Emanation X") mit der Zeit soll in anderem Zusammenhang ausführlich berichtet werden. Hier sei nur erwähnt, daß eine strenge mathematische Darstellung nach Rutherfords Zerfalltheorie durchführbar ist. Die

1) In Fig. 3,1 sind bloß zwei Sätze benutzt.

2) Genau genommen ist zur Zeit 0 die Leitfähigkeit 0. Doch ist bereits nach den ersten vier Gebläsezügen, also nach ca. 4 Sekunden, wie eine einfache Überschlagsrechnung zeigt, der Emanationsgehalt der Luft im Zerstreuungsgefäß bis auf wenige Prozent dem in der Schüttelflasche gleich. Ähnliche Überlegungen gelten für die Zeit 12,5.

3) Vergl. z. B. H. Mache u. St. Meyer, Wien. Ber. **114**, Abt. IIa, 359, 1905.

1) Vergl. z. B. G. Vicentini & R. Alpago, Atti d. Ven. **64**, 1187, 1905. R. Hofmann, diese Zeitschr. **6**, 338, 1905.

2) Vergl. z. B. E. Rutherford, Radioactivity, Cap. VII, Cambridge 1904. Doch sind die hier gemachten Überlegungen nicht ohne weiteres auf unseren Fall übertragbar.

Formeln gestalten sich freilich ziemlich kompliziert, da beim Abklingen der Emanation X 3 Umwandlungen vor sich gehen.[1]) Unsere Kurve III schließt sich für kleine Zeiten — bis zu etwa 30 Min. — am besten der Näherungsformel an:

$$2 \cdot \mathcal{J}_t' / \mathcal{J}_0 = (1 - e^{-\lambda_1 t}) + c \cdot (1 - e^{-\lambda' t}) \quad (1)$$

wo $\mathcal{J}_0$ die zur Zeit 0 von der Emanation allein, $\mathcal{J}_t'$ die zur Zeit t von der Emanation X herrührende Leitfähigkeit bedeutet und $\lambda_1 = 48 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{sec}^{-1}$, $\lambda' = 3{,}8 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{sec}^{-1}$ und $c = 0{,}72$ gesetzt ist. Eine genauere Formel wird erst aufgestellt werden können, wenn wir für die Zeitkonstanten λ und für c zuverlässigere Werte besitzen.

Die Anwendbarkeit der Formel (1) wird in Tabelle II an zwei Beobachtungssätzen gezeigt, die beide in Fig. 3,1 eingezeichnet sind. $\mathcal{J}_t = \mathcal{J}_0 + \mathcal{J}_t'$ ist die beobachtete Leitfähigkeit.

Tabelle II.

Zeit in Min.	$\mathcal{J}_t$ in Millivolt pro Sek. beobachtet	berechnet	Zeit in Min.	$\mathcal{J}_t$ in Millivolt pro Sek. beobachtet	berechnet
0	—	435	0	—	840
0,5	465	467	1	943	949
1,5	509	522	2	1050	1035
2,5	594	554	3	1080	1105
3,5	619	586	4	1170	1150
4,5	621	610	5	1200	1195
6,5	635	642	7	1240	1250
7,5	639	652	8	1230	1265
8,5	670	660	9	1250	1280
9,5	670	670	10	1280	1300
10,5	680	674	11	1280	1310
11,5	676	682	12	1290	1320
12,5	680	686	14	1350	1335

Man sieht hieraus, daß sich die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit halten.

Zum bequemeren Gebrauch der Formel (1) habe ich die Tabelle III zusammengestellt:

Tabelle III.

t in Min.	$\mathcal{J}_t'$	$\mathcal{J}_0 / \mathcal{J}_t$	t in Min.	$\mathcal{J}_t'$	$\mathcal{J}_0 / \mathcal{J}_t$
0	0	1,000	7	48,8	0,671
0,5	7,3	0,931	8	51,0	0,662
1	13,3	0,882	9	53,0	0,653
1,5	18,8	0,845	10	54,6	0,647
2	23,5	0,810	11	56,0	0,640
3	31,3	0,761	12	57,1	0,635
4	37,4	0,727	13	58,1	0,632
5	42,1	0,703	14	59,0	0,628
6	45,7	0,686	15	59,7	0,625

In der ersten Zeile steht die Zeit in Minuten — gerechnet vom Beginn der Luftzirkulation an —, in der zweiten $\mathcal{J}_t'$ der Formel (1) für $\mathcal{J}_0 = 100$, in der dritten die Zahl, mit der man die Ablesung multiplizieren muß, um den Betrag der Emanation allein zu erhalten.

1) Vergl. E. Rutherford, l. c., S. 326.

Bei allen meinen Versuchen zeigt es sich, daß der auf die Induktion (Emanation X) entfallende Betrag der Leitfähigkeit nach „Methode A" sich nur um wenig von dem durch Rechnung gewonnenen unterschied. Das Endresultat war bei beiden Methoden um selten mehr als 5 % verschieden. Und dabei muß man berücksichtigen, daß kleine Unterschiede im Mittelwert der Beobachtungszeit bei der „Methode A", wo also direkt nach Beendigung der Luftzirkulation beobachtet wird, das Endresultat stark beeinflussen. — Es wird deshalb praktisch sein, wenn man bei Anwendung der „Methode B" nur die nach ca. 5 Minuten gemachten Ablesungen benutzt, weil dann kleine Ungenauigkeiten in der Feststellung des Mittelwertes die Zahlen der Tabelle III nur unerheblich ändern.

Eine korrigierte Beobachtung gibt uns direkt den Voltabfall V, der durch die im Zerstreuungsgefäß befindliche Emanation in einer bestimmten Zeit hervorgerufen wird. Nach Mache[1]) empfiehlt es sich nun, die Zerstreuung zu berechnen, die von der gesamten in 1 Liter Wasser befindlichen Emanation bewirkt wird. Bezeichnen wir die Luftmenge in der Schüttelflasche mit l_1, in den Schläuchen und im Gummigebläse mit l_2, in dem Zerstreuungsgefäß mit l_3, so würde die in der gesamten Luft des Zirkulationskreises befindliche Emanation die Zerstreuung

$$\frac{l_1 + l_2 + l_3}{l_3} \cdot V,$$

die noch in der Wassermenge w vorhandene Emanation nach v. Traubenberg[2]) die Zerstreuung

$$a \cdot \frac{w}{l_1} \cdot \frac{l_1 + l_2 + l_3}{l_3} \cdot V$$

bewirken, wo a den Absorptionskoeffizienten der Emanation bedeutet.

Die Gesamtzerstreuung, auf 1000 ccm Flüssigkeit bezogen, ist also gegeben durch

$$\frac{1000}{w} \cdot \left[\frac{l_1 + l_2 + l_3}{l_3}\left(1 + a\,\frac{w}{l_1}\right)\right] \cdot V = a \cdot V, \quad (2)$$

wo a eine für die Versuchsanordnung feststehende, jedoch von der Temperatur abhängige Konstante bedeutet. Allgemein vergleichbare Resultate erhält man aus (2) durch Multiplikation mit C, der Kapazität des Systems, und Ersatz der Volt durch absolute Einheiten:

$$i = \frac{C \cdot a \cdot V}{300} \quad (3)$$

i ist der Sättigungsstrom, den die in 1 Liter Flüssigkeit enthaltene Emanation zu unterhalten imstande ist. Bei unserer Versuchsanordnung haben wir sicherlich Sättigungsstrom.

1) H. Mache, Wien. Ber. 113. Abt. IIa, 1329, 1904.
2) H. Frhr. Rausch v. Traubenberg, l. c.

Der Absorptionskoeffizient ist ziemlich stark von der Temperatur abhängig. R. Hofmann[1] hat darüber neuerdings auf Veranlassung von H. Mache Versuche gemacht und Zahlen gefunden, die, wie er selbst sagt, von den Beobachtungen anderer Forscher erheblich abweichen. Obwohl mir die Hofmannschen Zahlen sehr sicher zu sein scheinen, habe ich doch noch mit meinem Apparat auf dieselbe Weise[2] wie Hofmann Versuche angestellt und Zahlen gefunden, die sich nur wenig von den Hofmannschen unterscheiden. — Doch will ich darüber, sowie über bereits angestellte Versuche über den Emanationsgehalt von Quellen erst später in dieser Zeitschrift berichten, wenn ich mehr Beobachtungsmaterial gesammelt habe.

1) Diese Zeitschr. **6**, 337, 1905.

2) Auf diese Methode zur Bestimmung von α findet sich meines Erachtens zuerst in der auf E. Dorns Veranlassung gemachten Hallenser Dissertation R. Schencks hingewiesen; vergl. Jahrb. der Radioakt. u. Elektr. **2**, 19, 1905.

Gießen, 8. Juli 1905. Physikalisches Institut der Universität.

(Eingegangen 9. Juli 1905.)

Über das Gleichgewicht von Flüssigkeiten in einem elektromagnetischen Felde.

Von Shizuwo Sano.

Das Gleichgewicht heterogener Substanzen hat für viele Forscher den Gegenstand der Untersuchung geliefert. Es scheint mir nun die Frage von einigem Interesse zu sein, welche Veränderungen in den Gleichgewichtsbedingungen notwendig werden, wenn man das System in ein elektromagnetisches Feld bringt. In dieser kurzen Notiz soll die Diskussion der Beständigkeit und der Kapillaritätswirkung nicht berührt werden.

Wir nehmen an, ein System elektrolytischer Lösungen sei umgeben von einem äußeren System, bestehend aus einem die Lösungen enthaltenden Glasgefäß, der Luft, einem permanenten Magneten mit fester elektrischer Ladung usf. und das ganze System befinde sich im Gleichgewicht. Offensichtlich erfordert die Bedingung des Wärmegleichgewichts, daß die absolute Temperatur ϑ überall konstant sein muß. Die übrigen Gleichgewichtsbedingungen kann man erhalten, wenn man einen Punkt der zur Untersuchung stehenden Lösungen eine isothermale virtuelle Verschiebung erleiden läßt, von welcher man annehmen kann, daß sie im äußeren System und in der Grenzfläche zwischen den Lösungen und dem äußeren System verschwinde. Nimmt man an, daß die Medien sich von Punkt zu Punkt kontinuierlich ändern, so ist:

$$\delta\int f(F+g\varrho z)\,d\tau+\delta\int(F+g\varrho z)\,d\tau'=0,$$

wo F und ϱ die freie Energie in der Volumeneinheit und die Dichtigkeit sind, bezogen auf den im Raume festen Punkt $P(x, y, z)$, und wo $d\tau$ und $d\tau'$ die Volumenelemente der Lösungen bezw. des äußeren Systems bedeuten. g ist hier die Schwerkraftsbeschleunigung, und die positive z-Achse ist senkrecht nach oben gerichtet.

Bezeichnen wir nun mit f, g_1, h, X, Y, Z, a, b, c, α, β, γ die Komponenten der elektrischen Verschiebung, bezw. der elektrischen Kraft, der magnetischen Induktion und der magnetischen Kraft, so wird die während der Veränderung δf, δg_1, δh, δa, δb, δc an der Volumeneinheit geleistete Arbeit:

$$X\delta f+Y\delta g_1+Z\delta h+\frac{\alpha\delta a}{4\pi}+\frac{\beta\delta b}{4\pi}+\frac{\gamma\delta c}{4\pi},$$

so daß wir haben:

$$\frac{\partial F}{\partial f}=X,\qquad \frac{\partial F}{\partial g_1}=Y,\qquad \frac{\partial F}{\partial h}=Z,$$
$$\frac{\partial F}{\partial a}=\frac{\alpha}{4\pi},\qquad \frac{\partial F}{\partial b}=\frac{\beta}{4\pi},\qquad \frac{\partial F}{\partial c}=\frac{\gamma}{4\pi}.$$

Nehmen wir an, daß die Lösungen tatsächlich aus n chemischen Komponenten $S_1, S_2, \cdots S_i, \cdots S_n$ bestehen, und seien deren Dichten bezw. $\varrho_1, \varrho_2, \cdots \varrho_n$, so können wir in den Lösungen F als eine Funktion von f, g_1, h, a, b, c, $\varrho_1, \varrho_2, \cdots \varrho_n$, ϑ und σ betrachten, wo σ eine Größe ist, welche über eine jede Phase konstant bleibt, indessen in verschiedenen Phasen verschiedene Werte annimmt. Wir können dann die obigen Gleichungen für das Gleichgewicht schreiben in der Form:

$$\int\left[\frac{\partial F}{\partial\sigma}\delta\sigma+X\delta f+Y\delta g_1+Z\delta h+\frac{\alpha\delta a}{4\pi}+\frac{\beta\delta b}{4\pi}+\frac{\gamma\delta c}{4\pi}+\frac{\partial F}{\partial\varrho_1}\delta\varrho_1+\cdots+\frac{\partial F}{\partial\varrho_n}\delta\varrho_n+gz\delta\varrho\right]d\tau+\int\left[X\delta f+Y\delta g_1+Z\delta h+\frac{\alpha\delta a}{4\pi}+\frac{\beta\delta b}{4\pi}+\frac{\gamma\delta c}{4\pi}\right]d\tau'=0,$$

da sich ja nur die elektrische Verschiebung und die magnetische Induktion im äußeren System ändern. Es seien ϱ_e, Ψ und Ψ_m die Dichte der wahren Elektrizität, das elektrische Potential und das magnetische Potential. Integriert man dann über den ganzen Raum

$$-\Psi\left(\frac{\partial\delta f}{\partial x}+\frac{\partial\delta g_1}{\partial y}+\frac{\partial\delta h}{\partial z}-\delta\varrho_e\right)-\Psi_m\left(\frac{\partial\delta a}{\partial x}+\frac{\partial\delta b}{\partial y}+\frac{\partial\delta c}{\partial z}\right)=0,$$

und addiert das Resultat der vorigen Gleichung, so geht die Gleichung für das Gleichgewicht über in

$$\int\left[\frac{\partial F}{\partial\sigma}\delta\sigma+\Sigma\varrho_1\frac{\partial F}{\partial\varrho_1}+gz\delta\varrho+\Psi\delta\varrho_e\right]d\tau=0. \quad (1)$$

Σ bedeutet hier die Summierung über alle chemischen Komponenten.

Man kann nun die virtuelle Verschiebung so wählen, daß jeder materielle Punkt während derselben die gleiche chemische Zusammensetzung und die gleiche Phase beibehält. Schreibt man dann für ihre Komponenten δu, δv, δw, so wird:

$$\delta\sigma = -\frac{\partial\sigma}{\partial x}\delta u - \frac{\partial\sigma}{\partial y}\delta v - \frac{\partial\sigma}{\partial z}\delta w,$$

$$\delta\varrho_i = -\frac{\partial(\varrho_i\delta u)}{\partial x} - \frac{\partial(\varrho_i\delta v)}{\partial y} - \frac{\partial(\varrho_i\delta w)}{\partial z},$$

$$\delta\varrho_e = -\frac{\partial(\varrho_e\delta u)}{\partial x} - \frac{\partial(\varrho_e\delta v)}{\partial y} - \frac{\partial(\varrho_e\delta w)}{\partial z}.$$

Durch Einsetzung dieser Werte für $\delta\sigma$, $\delta\varrho_i$, $\delta\varrho_e$ in (1) und partielle Integration erhält man unmittelbar:

$$-\frac{\partial F}{\partial\sigma}\frac{\partial\sigma}{\partial x} + \Sigma\varrho_1\frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial\varrho_1} - X\varrho_e = 0,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$-\frac{\partial F}{\partial\sigma}\frac{\partial\sigma}{\partial z} + \Sigma\varrho_1\frac{\partial}{\partial z}\frac{\partial F}{\partial\varrho_1} - Z\varrho_e + g\varrho = 0.$$

Nun ist aber

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{\partial F}{\partial\sigma}\frac{\partial\sigma}{\partial x} + X\frac{\partial f}{\partial x} + Y\frac{\partial g_1}{\partial x} + Z\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\alpha}{4\pi}\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\beta}{4\pi}\frac{\partial b}{\partial x} + \frac{\gamma}{4\pi}\frac{\partial c}{\partial x} + \Sigma\frac{\partial F}{\partial\varrho_1}\frac{\partial\varrho_1}{\partial x},$$

so daß wir nach einer einfachen Umformung die folgenden Gleichungen als Bedingung mechanischen Gleichgewichts erhalten:

$$\left.\begin{array}{l}\frac{\partial}{\partial x}\left(-F + \Sigma\varrho_1\frac{\partial F}{\partial\varrho_1} + g_1 Y + hZ + \frac{b\beta + c\gamma}{4\pi}\right) - \\ \quad\frac{\partial}{\partial y}\left(g_1 X + \frac{b\alpha}{4\pi}\right) - \frac{\partial}{\partial z}\left(hX + \frac{c\alpha}{4\pi}\right) = 0, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ -\frac{\partial}{\partial x}\left(fZ + \frac{a\gamma}{4\pi}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(g_1 Z + \frac{b\gamma}{4\pi}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(-F + \right. \\ \left.\Sigma\varrho_1\frac{\partial F}{\partial\varrho_1} + fX + g_1 Y + \frac{a\alpha + b\beta}{4\pi}\right) + g\varrho = 0.\end{array}\right| \quad (2)$$

Man kann sich auch eine virtuelle Verschiebung derart vorstellen, daß jede chemische Komponente sich unabhängig von den übrigen Komponenten ändert, und daß die einzelnen Substanzen ihren Aggregatzustand so ändern, daß in einem im Raume festen Punkt keine Phasenänderung eintritt, daß aber während der Veränderung keine chemische Änderung eintritt. Aus diesen Bedingungen folgt, daß $\delta\sigma = 0$, und daß $\delta\varrho_1, \cdots \delta\varrho_n$ betrachtet werden können als Konvergenzen unabhängig sich verändernder Vektoren. Sind $q_1, q_2, \cdots q_n$ die von den Masseneinheiten der Komponenten $S_1, S_2, \cdots S_n$ getragenen Elektrizitätsmengen, so ist:

$$\varrho_e = q_1\varrho_1 + q_2\varrho_2 + \cdots + q_n\varrho_n.$$

Verfahren wir daher wie oben, so erhalten wir aus (1):

$$\left.\begin{array}{l}\frac{\partial F}{\partial\varrho_1} + q_1\Psi + gz = C_1, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ \frac{\partial F}{\partial\varrho_n} + q_n\Psi + gz = C_n,\end{array}\right| \quad \ldots (3)$$

wo $C_1, C_2, \cdots C_n$ von x, y, z unabhängig sind. Das Gleichungssystem (3) drückt die Bedingungen chemischen Gleichgewichts aus.

Sind indessen einige der Komponenten $S_1, S_2, \cdots S_n$ umwandelbar, so haben wir andere Bedingungen für das chemische Gleichgewicht. Nehmen wir an, daß nur $n - r$ derselben unabhängig seien, daß sie also durch r chemische Gleichungen von der Form

$$\nu_1 S_1 + \nu_2 S_2 + \cdots + \nu_n S_n = 0$$

miteinander verbunden seien, wo $\nu_1, \nu_2, \cdots \nu_n$ ganze positive oder negative Zahlen mit Einschluß von 0 sind; dann können wir uns eine virtuelle Veränderung derart vorstellen, daß weder ein Fluß individueller Komponenten eintritt, noch ein Übergang in eine andere Phase, daß aber eine chemische Umsetzung gemäß der angegebenen chemischen Gleichungen eintritt. In diesem Falle bleibt auch Gleichung (1) bestehen, in welcher zu setzen ist:

$$\delta\sigma = 0, \quad \delta\varrho_1 = \nu_1 m_1 \delta\lambda, \quad \cdots \quad \delta\varrho_n = \nu_n m_n \delta\lambda, \quad \delta\varrho_e = 0,$$

wo $m_1, m_2, \cdots m_n$ die Molekulargewichte der entsprechenden chemischen Komponenten sind und λ irgendeine unendlich kleine Größe ist. Somit erhalten wir r Gleichungen von der Form

$$\Sigma\nu_1 m_1\frac{\partial F}{\partial\varrho_1} = 0, \quad \ldots \quad (4)$$

die auch eine Gleichung für chemisches Gleichgewicht darstellt.

Die Gleichungen (2), (3) und (4) kann man auch in anderer Form schreiben. Bezeichnet man mit F_0 die freie Energie in der Volumeneinheit, wenn die elektrischen und magnetischen Kräfte verschwinden, so erhält man nach dem oben Erörterten:

$$F = F_0 + fX + g_1 Y + hZ + \frac{a\alpha + b\beta + c\gamma}{4\pi} - \int_0^{X,\ Y,\ \ldots\ \beta,\ \gamma}\left(fdX + g_1 dY + hdZ + \frac{ad\alpha + bd\beta + cd\gamma}{4\pi}\right),$$

wo in dem Integral $\varrho_1, \varrho_2, \cdots \varrho_n$ und ϑ als während der Integration konstant angenommen sind. Der Einfachheit wegen wollen wir annehmen, daß die Dielektrizitätskonstante von der magnetischen Kraft unabhängig sei. Schreiben wir dann $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{E}$, $\mathfrak{J}$, $\mathfrak{H}$ für die Größen der elektrischen Verschiebung, der elektrischen Kraft, der Magnetisierungsintensität und der magnetischen Kraft, so wird das letzte Integral:

$$\Psi + X + \frac{\mathfrak{H}^2}{8\pi},$$

wo

$$\Psi = \int_0^{\mathfrak{E}}\mathfrak{D}\,d\mathfrak{E}, \quad X = \int_0^{\mathfrak{H}}\mathfrak{J}\,d\mathfrak{H}$$

ist, und $\varrho_1, \varrho_2, \cdots \varrho_n$ und ϑ wie oben während der Integration konstant sind. Betrachten wir nun $\varrho_1, \varrho_2, \cdots \varrho_n, \mathfrak{E}, \mathfrak{H}$ und ϑ als unabhängige Variablen in F, und führen wir den Druck

$$p = -F_0 + \Sigma \varrho_1 \frac{\partial F_0}{\partial \varrho_1}$$

ein, so gehen die Gleichungen (2) über in:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial}{\partial x}\left(p + \Psi - \Sigma \varrho_1 \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_1} + X + \frac{\mathfrak{H}^2}{8\pi} - \Sigma \varrho_1 \frac{\partial X}{\partial \varrho_1}\right) - \\ &fX - \frac{ac}{4\pi} - \frac{\partial}{\partial y}\left(g_1 X + \frac{bc}{4\pi}\right) - \frac{\partial}{\partial z}\left(hX + \frac{c\alpha}{4\pi}\right) = 0, \\ &\qquad \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \\ &-\frac{\partial}{\partial x}\left(fZ + \frac{a\gamma}{4\pi}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(g_1 Z + \frac{b\gamma}{4\pi}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(p + \Psi - \right. \\ &\left. \Sigma \varrho_1 \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_1} + X + \frac{\mathfrak{H}^2}{8\pi} - \Sigma \varrho_1 \frac{\partial X}{\partial \varrho_1} - hZ - \right. \\ &\left. \frac{c\gamma}{4\pi}\right) + g\varrho = 0, \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

während (3) und (4) folgende Form annehmen:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial F_0}{\partial \varrho_1} - \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_1} - \frac{\partial X}{\partial \varrho_1} + q_1 \Psi + gz = C_1 \\ &\qquad \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \\ &\frac{\partial F_0}{\partial \varrho_n} - \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_n} - \frac{\partial X}{\partial \varrho_n} + q_n \Psi + gz = C_n \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

und

$$\Sigma r_1 m_1 \frac{\partial F_0}{\partial \varrho_1} - \Sigma r_1 m_1 \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_1} - \Sigma r_1 m_1 \frac{\partial X}{\partial \varrho_1} = 0. \quad (7)$$

Man kann die Gleichungen (5) als in (6) enthalten ansehen, solange man das Gleichgewicht in nur einer Phase betrachtet. Sie dienen indessen zur Angabe des Druckunterschiedes p zwischen zwei Punkten P und P', welche in verschiedenen Phasen, aber in sehr kurzer Entfernung voneinander liegen. Dieser Druckunterschied kann weder aus (6) noch aus (7) berechnet werden. Dieselben Gleichungen (5) geben die Oberflächenspannung $-\int \mathfrak{D}_n \mathfrak{E}_n dx_n$, wo dx^n das Linienelement in der Übergangsschicht zwischen zwei Phasen ist, normal zu der Schicht gerichtet, und wo $\mathfrak{D}_n$ und $\mathfrak{E}_n$ die Normalkomponenten der elektrischen Verschiebung und der elektrischen Kraft sind. Besteht eine Potentialdifferenz zwischen den beiden Phasen, so verschwindet im allgemeinen dieses Integral nicht, so daß das durch (5) definierte System unbeständig ist. Nimmt man F als abhängig von $\frac{\partial \sigma}{\partial x'}, \frac{\partial \sigma}{\partial y'}, \frac{\partial \sigma}{\partial z'}, \frac{\partial^2 \sigma}{\partial x'^2}, \cdots$ an, natürlich unter entsprechender Berücksichtigung der Symmetrie, so kann man statt (5) Gleichungen mechanischen Gleichgewichts in einem beständigen System erhalten.[1]) Verschwindet indessen die ganze Krümmung, so kann man die Kapillaritätswirkung außer Betracht lassen und erhält dann aus (5):

$$\left.\begin{aligned} &p + \Psi - \Sigma \varrho_1 \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_1} + X - \Sigma \varrho_1 \frac{\partial X}{\partial \varrho_1} + \frac{\mathfrak{H}^2}{8\pi} - \\ &\mathfrak{D}_n \mathfrak{E}_n - \frac{\mathfrak{B}_n \mathfrak{H}_n}{4\pi} = p' + \Psi' - \Sigma \varrho'_1 \frac{\partial \Psi'}{\partial \varrho'_1} + \\ &X' + \frac{\mathfrak{H}'^2}{8\pi} - \Sigma \varrho'_1 \frac{\partial X'}{\partial \varrho'_1} - \mathfrak{D}'_n \mathfrak{E}'_n - \frac{\mathfrak{B}'_n \mathfrak{H}'_n}{4\pi}, \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

wo $\mathfrak{B}_n$ und $\mathfrak{H}_n$ die Normalkomponenten der magnetischen Induktion und der magnetischen Kraft sind und die gestrichenen Buchstaben sich auf den Punkt P' beziehen.

Betrachtet man irgend zwei Punkte P und P', so lassen sich die Gleichungen (6) folgendermaßen schreiben:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial F_0}{\partial \varrho_1} - \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_1} - \frac{\partial X}{\partial \varrho_1} + q_1 \Psi + gz = \frac{\partial F'_0}{\partial \varrho'_1} - \frac{\partial \Psi'}{\partial \varrho'_1} - \\ &\qquad \frac{\partial X'}{\partial \varrho'_1} + q_1 \Psi' + gz', \\ &\qquad \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \\ &\frac{\partial F_0}{\partial \varrho_n} - \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_n} - \frac{\partial X}{\partial \varrho_n} + q_n \Psi + gz = \frac{\partial F'_0}{\partial \varrho'_n} - \frac{\partial \Psi'}{\partial \varrho'_n} - \\ &\qquad \frac{\partial X'}{\partial \varrho'_n} + q_n \Psi' + gz'. \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Man sieht, daß (7) und (9) bestehen bleiben, wenn die Wirkung der Oberflächenspannung berücksichtigt wird, vorausgesetzt, daß die beiden Punkte nicht in der Übergangsschicht liegen. Sind die beiden Punkte durch eine nur für die Komponenten $S_1, S_2, \cdots S_i$ permeable Scheidewand getrennt, so gelten die i ersten Gleichungen des Systems (9), während die übrigen $n - i$ Gleichungen nicht mehr gelten.

Offensichtlich kann man den Fall einer dielektrischen Flüssigkeit erhalten, wenn man annimmt, daß die Ionendichten außerordentlich klein sind. Indessen ist der Fall von Metallen weit schwieriger zu behandeln. In dem vorliegenden Artikel will ich annehmen, daß Metalle von Natur Elektrolyte seien, mit dem einzigen Unterschied von letzteren, daß in Metallen metallische Anionen in merklichen Mengen vorkommen.[1]) Eine solche Annahme macht keinen Übergang von Materie durch die Berührungsschicht zweier Metalle A und B bei Elektrizitätsübergang von A nach B notwendig, wenn man annimmt, daß in der Übergangsschicht zwischen beiden sich das Kation von A und das Anion von B mit dem Anion von A und dem Kation von B verbinden. Da die Zahl der Ionengattungen unbegrenzt ist, so ist es für diese Hypothese unwesentlich, ob in Metallen freie Elektronen vorkommen oder nicht, vorausgesetzt, daß man als erwiesen annimmt, daß elektrische Ladungen nur in Verbindung mit gewöhnlicher Masse vorkommen

1) H. v. Helmholtz hat gezeigt, daß die Berührungselektrizität die Oberflächenspannung verringert. (Berl. Monatsber. Nov. 1881. — Ges. Abh. I, 925. Leipzig 1882).

1) W. Giese, Wied. Ann. **37**, 576, 1889.

können. Die hier gegebene Auffassung mag unzutreffend sein; sie hat jedoch den Vorzug, daß die oben entwickelten Gleichungen keine Umformung erfordern. Das ist der Grund, weshalb ich im folgenden die Gültigkeit dieser Gleichungen auch für Metalle annehme.

Einige allgemeine Ergebnisse lassen sich ohne genaue Kenntnis der Funktionsformen von F_σ, Ψ, X erhalten. Man ersieht beispielsweise sogleich aus (9), daß in einer Phase, in welcher die Wirkungen der Elektrizität und der Schwere vernachlässigt werden können, die Dichten der entsprechenden chemischen Komponenten an zwei beliebigen Punkten mit gleichem Wert von $\mathfrak{H}$ dieselben sind.[1])

Liegen die beiden Punkte P und P' in derselben Horizontalebene und in zwei Teilen A und B eines reinen Metalls, welche voneinander getrennt sind durch eine elektrolytische Lösung, die ein Salz des Metalls enthält, befindet sich ferner die Grenzfläche zwischen A und der Lösung in einem Magnetfelde, und ist endlich nur eine Art metallischer Ionen in der Lösung enthalten, so ist nach (9) die Potentialdifferenz zwischen diesen Punkten:

$$\Psi - \Psi' = \frac{1}{\varrho_1}\left(\frac{\partial F_\sigma'}{\partial \varrho_1'} - \frac{\partial F_\sigma}{\partial \varrho_1}\right), \quad . \quad . \quad (10)$$

unter der Annahme, daß die magnetische Kraft im Punkte P verschwinde, und unter Vernachlässigung der elektromotorischen Intensitäten an den beiden Punkten; ϱ_1 entspricht hier dem in der Lösung enthaltenen Metallion. Dieser Ausdruck für die elektromotorische Kraft der Magnetisierung ist verschieden von demjenigen, welchen Hurmuzescu[2]) erhalten hat.

Da $\frac{\partial F_\sigma}{\partial \varrho_1}, \frac{\partial F_\sigma}{\partial \varrho_2} \cdots$ durch (7) miteinander verbunden sind, und da $\Sigma q_1 \varrho_1$ sehr nahezu Null ist, so hängen $\frac{\partial F_\sigma}{\partial \varrho_1}$ und $\frac{\partial F_\sigma'}{\partial \varrho_1}$, nur von p und ϑ ab, so daß, wenn $\frac{\partial F_\sigma}{\partial \varrho_1}$ als Funktion von p und ϑ gegeben ist und man den Druck an den beiden Punkten P und P' kennt, sich das Glied auf der rechten Seite von (10) bestimmen läßt. Vernachlässigt man die Wirkung der Schwerkraft, und ist der Druckunterschied sehr klein, so ergibt sich sein Wert aus (8) und (9) leicht zu:

$$p' - p = X - X'' + 2\pi k^2 \mathfrak{H}_n^2 - 2\pi k''^2 \mathfrak{H}''^2_n,$$

wo alle Größen auf der rechten Seite die Werte an der Grenzfläche zwischen A und der Lösung sind, wo k die Suszeptibilität des Metalls ist, und wo X'', k'', $\mathfrak{H}''_n$ sich auf die Lösung beziehen.

Setzen wir ϱ_{11}, ϱ_{12}, $\varrho_{13} \cdots$ für die Dichten der Komponenten S_{11}, $S_{12}, \cdots$, welche einem metallischen Element entsprechen, $\varrho_{21}, \varrho_{22}, \varrho_{23} \cdots$ für die, welche einem andern metallischen Element entsprechen, usf., und nehmen wir an, daß die freie Energie in der Volumeneinheit F, eine Funktion von $\varrho_{11} + \varrho_{12} + \cdots$, $\varrho_{21} + \varrho_{22} + \cdots$, usf. sei, so läßt sich Gleichung (10) in der Form

$$\Psi - \Psi' = \frac{1}{q_1}\left(\frac{\partial F_\sigma'}{\partial \varrho'} - \frac{\partial F_\sigma}{\partial \varrho}\right) : \frac{p' - p}{q_1 \varrho} \quad (11)$$

schreiben. Dies trifft indessen wahrscheinlich nicht genau zu, denn sonst müßte ein metallisches System, welches in zwei oder mehr Phasen im Gleichgewicht ist, überall unter demselben elektrischen Potential stehen, auch unter der Wirkung eines magnetischen Feldes und der Schwerkraft, wie leicht aus den Gleichungen (9) ersichtlich. Liegen die beiden mit der Lösung in Berührung stehenden Flächen von A und B in derselben Horizontalebene, so geht (11) über in

$$\Psi - \Psi' = \frac{X - X'' + 2\pi k^2 \mathfrak{H}_n - 2\pi k''^2 \mathfrak{H}''^2_n}{q_1 \varrho},$$

eine Gleichung, welche der Formel von Hurmuzescu gleicht mit der Annahme, daß darin die Glieder $2\pi k^2 \mathfrak{H}^2_n$ und $2\pi k''^2 \mathfrak{H}''^2_n$ auftreten.

Nehmen wir an, daß die beiden Punkte nicht in der gleichen Horizontalebene liegen, und daß das gesamte System außerhalb des Magnetfeldes liegt, sowie daß der Einfluß der Schwerkraft gering sei, so haben wir jetzt an Stelle von (10):

$$\Psi - \Psi' : \frac{1}{q_1}\left\{(p' - p)\left(\frac{\partial}{\partial p}\frac{\partial F_\sigma}{\partial \varrho_1}\right)_\vartheta + g(z' - z)\right\},$$

während die entsprechende Gleichung Einsteins[1]) lautet:

$$\Psi - \Psi' = \frac{1}{q_1}\left\{\frac{p' - p}{\varrho} + g(z' - z)\right\},$$

entsprechend den von mir angewandten Bezeichnungen. Wären $\frac{\partial F}{\partial \varrho_1} - \frac{\partial F}{\partial \varrho_2}, \frac{\partial F}{\partial \varrho_1} - \frac{\partial F}{\partial \varrho_3}, \cdots$ außerordentlich klein, so ließe sich $\frac{1}{\varrho}$ für $\left(\frac{\partial}{\partial p}\frac{\partial F_\sigma}{\partial \varrho_1}\right)_\vartheta$ setzen, so daß diese beiden Ausdrücke für $\Psi - \Psi'$ identisch werden würden. Ich hoffe, daß durch weitere Untersuchungen dieser Punkt klargestellt werden wird.

1) P. Duhem, Ann. sc. de l'école norm. sup. (3) **7**, 289, 1890.

2) D. Hurmuzescu, C. R. **119**, 1006, 1894; Journ. d. Phys. (3) **4**, 118, 1895; Rapports présents au Congrès International de Physique **2**, 557, Paris 1900. Dieses Problem ist auch von P. Duhem behandelt worden (s. Ann. de la Fac. d. Sc. de Toulouse **2**, 1888—1889), doch war mir die betreffende Arbeit nicht zugänglich.

1) A. Einstein, Ann. d. Phys. (4) **8**, 802, 1902; Gleichung (2). Die von ihm betrachtete angreifende Kraft ist allgemeiner als der Fall der Schwerkraft.

Eine einfache Überlegung zeigt, daß für den Fall des Vorkommens zweier Arten Metallionen in der Lösung, das System nicht im Gleichgewicht sein kann.

Die elektromotorische Kraft einer idealen reversiblen galvanischen Zelle aus zwei Flüssigkeitselektroden, zwei Lösungen und einer semipermeablen Scheidewand läßt sich nach (9) durch $\frac{\partial F_o}{\partial \varrho_1}, \cdots \frac{\partial X}{\partial \varrho_1}, \cdots$ ausdrücken.

Gewöhnlich ist die Wirkung des Magnetfeldes auf das Gleichgewicht so gering, daß bei einem Versuch, die gewöhnlichen Formeln für Gemische vollkommener Gase und für verdünnte Lösungen auf tatsächliche Fälle anzuwenden, oftmals die Ungenauigkeiten infolge Anwendung dieser angenäherten Formeln viel größer sind als der Einfluß des Feldes. Immerhin sind aber die Anwendungen auf ideale Fälle nicht ohne Interesse.

Wir wollen zuerst ein Gemisch vollkommener Gase betrachten und annehmen, daß ein Einfluß der Elektrizität nicht vorhanden sei. In diesem Falle können wir schreiben:

$$F_o = \Sigma \frac{\varrho_1}{m_1} (R\vartheta \log \varrho_1 + \Theta_1),$$

wo R die universelle Gaskonstante und Θ_i eine Funktion ist, welche nur von ϑ und von der Natur der i-ten Komponente abhängt. Nehmen wir an, die magnetische Suszeptibilität sei unabhängig von $\mathfrak{H}$, so ist

$$X = \Sigma \frac{L_1 \varrho_1 \mathfrak{H}^2}{2},$$

wo L_i ebenfalls nur von der Temperatur und der Natur der i-ten Komponente abhängt. Für einige paramagnetische Gase sind $L_1, L_2 \cdots$ umgekehrt proportional der absoluten Temperatur, indessen will ich zunächst keine derartige spezielle Annahme machen. Wenn man diese Werte für F_o und X in (9) einsetzt, so nehmen die Gleichgewichtsbedingungen verhältnismäßig einfache Formen an.

Gleichung (7) wird nun:

$$R\vartheta \Sigma \nu_1 (1 + \log \varrho_1) + \Sigma \nu_1 \Theta_1 - \frac{\mathfrak{H}^2}{2} \Sigma \nu_1 m_1 L_1 =$$
$$R\vartheta \Sigma \nu_1 \log c_1 \Sigma \nu_1 \{R\vartheta (1 + \log m_1) + \Theta_1\} + \Sigma \nu_1 \cdot R\vartheta$$
$$\log \frac{p}{R\vartheta} - \frac{\mathfrak{H}^2}{2} \Sigma \nu_1 m_1 L_1 = 0,$$

wo die Konzentrationen $c_1, c_2 \cdots$ definiert sind durch die Gleichungen

$$c_1 = \frac{\frac{\varrho_1}{m_1}}{\Sigma \frac{\varrho_1}{m_1}}, \qquad c_2 = \frac{\frac{\varrho_2}{m_2}}{\Sigma \frac{\varrho_1}{m_1}}, \quad \cdots$$

Hieraus folgt:

$$\left(\frac{\partial \log K}{\partial p}\right)_{\vartheta, \mathfrak{H}} = -\frac{\Sigma \nu_1}{p},$$

$$\left(\frac{\partial \log K}{\partial \vartheta}\right)_{p, \mathfrak{H}} = -\frac{\Sigma \nu_1 \log \varrho_1}{\vartheta} - \frac{1}{R\vartheta} \Sigma \nu_1 \frac{d\Theta_1}{d\vartheta} + \frac{\mathfrak{H}^2}{2R\vartheta} \Sigma \nu_1 m_1 \frac{dL_1}{\partial \vartheta},$$

$$\left(\frac{\partial \log K}{\partial \mathfrak{H}}\right)_{p, \vartheta} = \frac{\mathfrak{H} \Sigma \nu_1 m_1 L_1}{R\vartheta},$$

wo $\log K$ für $\Sigma \nu_1 \log c_1$ gesetzt ist und $\left(\frac{\partial \Xi}{\partial H}\right)_{\xi \eta \varrho \ldots}$ den Differentialquotienten von Ξ nach H bedeutet, wenn während der Differentiation $\xi, \eta \cdots$ konstant gehalten werden. Es sei $\varepsilon_{\xi, \eta} \ldots$ die Zunahme des Volumens, $t_{\xi, \eta} \ldots$ diejenige des magnetischen Moments, $r_{\xi, \eta} \ldots$ die von einer Masse der magnetischen Substanz aufgenommene Wärmemenge beim Auftreten einer chemischen Umsetzung gemäß den oben aufgestellten chemischen Gleichungen, wenn $\xi, \eta \cdots$ während der Veränderung konstant bleiben. Aus den Definitionen für $\varepsilon_{p, \vartheta}$ und $t_{\mathfrak{H}, \vartheta}$ folgt dann unmittelbar:

$$\varepsilon_{p, \vartheta} = \frac{R\vartheta \Sigma \nu_1}{p}, \qquad t_{\mathfrak{H}, \vartheta} = \mathfrak{H} \Sigma \nu_1 m_1 L_1.$$

Da die Entropie für die Volumeneinheit allgemein

$$-\left(\frac{\partial F}{\partial \vartheta}\right)_{f, g_1, h, a, b, c, \varrho_1, \ldots \varrho_n} = -\frac{\partial F_o}{\partial \vartheta} + \frac{\partial \Psi}{\partial \vartheta} + \frac{\partial X}{\partial \vartheta}$$

ist, folgt:

$$r_{p, \vartheta, \mathfrak{H}} = -R\vartheta \Sigma \nu_1 \log \varrho_1 - \vartheta \Sigma \nu_1 \frac{d\Theta_1}{d\vartheta} + \frac{\vartheta \mathfrak{H}^2}{2} \Sigma \nu_1 m_1 \frac{dL_1}{d\vartheta}.$$

Es ist also:

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{\partial \log K}{\partial p}\right)_{\vartheta, \mathfrak{H}} &= -\frac{\varepsilon_{p, \vartheta}}{R\vartheta}, \\ \left(\frac{\partial \log K}{\partial \vartheta}\right)_{p, \mathfrak{H}} &= \frac{r_{p, \vartheta, \mathfrak{H}}}{R\vartheta^2}, \\ \left(\frac{\partial \log K}{\partial \mathfrak{H}}\right)_{p, \vartheta} &= \frac{t_{\mathfrak{H}, \vartheta}}{R\vartheta}. \end{aligned}\right| \quad \ldots (12)$$

Der Druck p ist eine im Felde nicht direkt meßbare Größe. Die Gleichungen (12) bieten daher kein großes Interesse. Führt man an Stelle von p den normalen Druck ein, den ein magnetischer Körper in Berührung mit dem Gase an dem betrachteten Punkte ausübt, so werden die (12) entsprechenden resultierenden Gleichungen sehr verwickelt.

Wir wollen annehmen, daß die magnetische Kraft im Punkte P' in derselben Horizontalebene wie P verschwinde. Dann ist nach (9)

$$\varrho'_1 = \varrho_1 e^{-\frac{m_1 L_1 \mathfrak{H}^2}{2R\vartheta}}, \qquad \varrho'_2 = \varrho_2 e^{-\frac{m_2 L_2 \mathfrak{H}^2}{2R\vartheta}},$$

und wir haben:

$$R\vartheta \left(\Sigma \nu_1 \log c_1 - \Sigma \nu_1 \cdot \log \Sigma c_1 e^{-\frac{m_1 L_1 \mathfrak{H}^2}{2R\vartheta}}\right) +$$
$$\Sigma \nu_1 \{R\vartheta (1 + \log m_1) + \Theta_1\} + \Sigma \nu_1 \cdot R\vartheta \log \frac{p'}{R\vartheta} - \frac{\mathfrak{H}^2}{2} \Sigma \nu_1 m_1 L_1 = 0.$$

Hieraus folgt, wenn wir

$$\log K' = \Sigma \nu_1 \log c_1 - \Sigma \nu_1 \cdot \log \Sigma c_1 e^{-\frac{m_1 L_1 \mathfrak{H}^2}{2 R \vartheta}}$$

setzen,

$$\left(\frac{\partial \log K'}{\partial p}\right)_{\vartheta, \mathfrak{H}} = -\frac{\Sigma \nu_1}{p'} = -\frac{c_{p', \vartheta, \mathfrak{H}} \Sigma \nu_1}{R \vartheta \Sigma \nu_1 e^{-\frac{m_1 L_1 \mathfrak{H}^2}{2 R \vartheta}}},$$

$$\left(\frac{\partial \log K'}{\partial \vartheta}\right)_{p, \mathfrak{H}} = -\frac{\Sigma \nu_1 \log \varrho_1}{\vartheta} - \frac{1}{R \vartheta} \Sigma \nu_1 \frac{d \Theta_1}{d \vartheta} +$$

$$\frac{\mathfrak{H}^2}{R \vartheta} \Sigma \nu_1 m_1 \frac{d L_1}{d \vartheta} = \frac{r_{p, \vartheta, \mathfrak{H}}}{R \vartheta^2} + \frac{\Sigma \nu_1 - c_{p, \vartheta, \mathfrak{H}} \Sigma \frac{\varrho_1}{m_1}}{\vartheta},$$

$$\left(\frac{\partial \log K'}{\partial \mathfrak{H}}\right)_{p, \vartheta} = \frac{\mathfrak{H} \Sigma \nu_1 m_1 L_1}{R \vartheta} = \frac{i_{\mathfrak{H}, \vartheta}}{R \vartheta}.$$

Für den Fall einer idealen verdünnten Lösung können wir setzen:

$$F_o = \Sigma \frac{\varrho_1}{m_1} (R \vartheta \log c_1 + w_1),$$

wo w_i nur von p, ϑ und der Natur der i-ten Komponente und des Lösungsmittels abhängt und den Bedingungsgleichungen

$$\left(\frac{\partial w_i}{\partial p}\right)_\vartheta = -p \left(\frac{\partial v_i}{\partial p}\right)_\vartheta$$

und

$$\frac{\varrho_1 v_1}{m_1} + \frac{\varrho_2 v_2}{m_2} + \cdots + \frac{\varrho_n v_n}{m_n} = 1$$

genügt. Hier ist v_i ebenfalls eine Funktion von p und ϑ. In diesem Falle ist:

$$\frac{\partial F_o}{\partial \varrho_i} = \frac{R \vartheta}{m_i} \log c_i + \frac{w_i + p v_i}{m_i}.$$

Kennt man den Einfluß der Elektrizität nicht, und nimmt man X als lineare Funktion von ϱ_1, $\varrho_2 \cdots$ an, so läßt sich aus (7) leicht herleiten, daß wiederum die Gleichungen (12) gelten.

Die Potentialdifferenz zwischen den beiden Punkten P und P' auf verschiedenen Seiten der Grenzfläche zwischen zwei elektrolytischen Lösungen wird gegeben durch

$$m_i q_i (\Psi' - \Psi) = R \vartheta \log \frac{c_i'}{c_i} - (w_i + p v_i) + w_i' + p' v_i' + m_i \frac{\partial X}{\partial \varrho_i} - m_i \frac{\partial X'}{\partial \varrho_i'},$$

da ja die elektrischen Kräfte in P und P' gewöhnlich sehr klein sind. Entsprechen die Komponenten S_{s_1} und S_{s_2} den Lösungsmitteln in den beiden Phasen und Π_i und Π_i' den osmotischen Drucken der Komponente S_i, so ist:

$$c_i = \frac{m_{s_1} \Pi_i}{R \vartheta \varrho_{s_1}}, \qquad c_i' = \frac{m_{s_2} \Pi_i'}{R \vartheta \varrho_{s_2}},$$

so daß sich die obige Gleichung auch folgendermaßen schreiben läßt:

$$m_i q_i (\Psi' - \Psi) = R \vartheta \log \frac{K_i c_i'}{c_i} = R \vartheta \log \frac{K_i' \Pi_i'}{\Pi_i},$$

wo

$$R \vartheta \log K_i = -(w_i + p v_i) + w_i' + p' v_i' + m_i \frac{\partial X}{\partial \varrho_i} - m_i \frac{\partial X'}{\partial \varrho_i'},$$

$$R \vartheta \log K_i' = R \vartheta \log \frac{m_{s_2} \varrho_{s_1}'}{m_{s_1} \varrho_{s_2}'} - (w_i + p v_i) + w_i' + p' v_i' + m_i \frac{\partial X'}{\partial \varrho_i} - m_i \frac{\partial X'}{\partial \varrho_i'}$$

ist.

Der Fall $\mathfrak{H} = 0$ ist von Nernst[1]) untersucht worden.

Wenn der Punkt P' in einem reinen Metall liegt und in derselben Horizontalebene wie P, welcher seinerseits in einer elektrolytischen Lösung liegt, so ist:

$$m_i q_i (\Psi' - \Psi) = m_i \frac{\partial F_o'}{\partial \varrho_i'} - R \vartheta \log c_i - (w_i + p v_i) + m_i \frac{\partial X}{\partial \varrho_i} - m_i \frac{\partial X'}{\partial \varrho_i'} = R \vartheta \log \frac{C_i}{c_i} = R \vartheta \log \frac{P_i}{\Pi_i},$$

wo

$$R \vartheta \log C_i = m_i \frac{\partial F_o'}{\partial \varrho_i'} - (w_i + p v_i) + m_i \frac{\partial X}{\partial \varrho_i} - m_i \frac{\partial X'}{\partial \varrho_i'},$$

$$R \vartheta \log P_i = m_i \frac{\partial F_o'}{\partial \varrho_i'} + R \vartheta \log \frac{R \vartheta \varrho_{s_1}}{m_{s_1}} - (w_i + p v_i) + m_i \frac{\partial X}{\partial \varrho_i} - m_i \frac{\partial X'}{\partial \varrho_i'},$$

ist.[2])

Hier haben C_i, P_i, K_i und K_i' keine einfache Bedeutung, im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Falle, wo das System außerhalb des Magnetfeldes liegt. In letzterem Falle, wo ϱ_1', $\varrho_2' \cdots$ nach (7) untereinander zusammenhängen und $\Sigma q_1 \varrho_1'$ im Innern des Metalls sehr nahezu verschwindet, hängen C_i, P_i, K_i und K_i' nur von p, ϑ und der Natur des Metalls, des Lösungsmittels und der Komponente S_i ab.

Die Gleichgewichtsverschiebung in einer Phase infolge des Magnetfeldes und der Schwerkraft gestattet eine einfache angenäherte Lösung, vorausgesetzt, daß die Störung durch diese Effekte als sehr klein angenommen wird. Es möge ϱ_1 der vorherrschenden Komponente des Lösungsmittels entsprechen, während die durch seine Dissoziation erzeugten Ionen als besondere Komponenten betrachtet werden müssen. Wir wollen annehmen, der Anfangspunkt liege außerhalb des Magnetfeldes, und wollen den Überschuß des Wertes irgendeiner Funktion ξ im Punkte (x, y, z) über den Wert derselben Funktion im Anfangspunkt mit $\Delta \xi$ bezeichnen. Wenn wir dann in (9) $\frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_1}, \frac{\partial \Psi}{\partial \varrho_2}, \cdots$ vernachlässigen, so erhalten wir angenähert:

$$\frac{R \vartheta \Delta c_1}{m_1 c_1} + \frac{v_1 \Delta p}{m_1} - \frac{\partial X}{\partial \varrho_1} + g z = 0,$$

1) W. Nernst, Ztschr. f. phys. Chem. 9, 137, 1892.
2) W. Nernst, Ztschr. f. phys. Chem. 4, 129, 1889; Theor. Chem. 4. Aufl., 705, Stuttgart 1903.

$$\frac{R\vartheta\,\Delta c_2}{m_2 c_2}+\frac{v_2\,\Delta p}{m_2}+q_2\Delta\Psi-\frac{\partial X}{\partial \varrho_2}+gz=0,$$

Neben diesen n Gleichungen haben wir noch:

$$0=\sum\frac{v_i\Delta\varrho_i}{m_i}+\Delta p\sum\frac{\varrho_i}{m_i}\frac{\partial v_i}{\partial p}+\frac{\Delta\varrho_1}{\varrho_1}+\sum_{i=2}^{i=n}\frac{v_i\Delta\varrho_i}{m_i}-\frac{\Delta p}{E},$$

wo E die Volumenelastizität bezeichnet. Drücken wir nun Δc_1, Δc_2, $\cdots$ durch $\Delta\varrho_1$, $\Delta\varrho_2$, $\cdots$ $\Delta\varrho_n$ aus, so lassen sich leicht $\Delta\varrho_1$, $\Delta\varrho_2$, $\cdots$ $\Delta\varrho_n$ aus diesen $n+1$ Gleichungen durch $\Delta\Psi$, $\frac{\partial X}{\partial\varrho_1}$, $\cdots$ gz ausdrücken. Unter Vernachlässigung kleiner Größen höherer Ordnung finden wir alsdann:

$$\Delta\varrho_1=\frac{\varrho_1\Delta\Psi}{R\vartheta}\sum q_i\varrho_i v_i-\frac{\varrho_1\Delta\Psi}{E}\sum q_i v_i+\frac{\varrho_1^{\,2}}{E}\frac{\partial X}{\partial\varrho_1}-\frac{\varrho_1}{R\vartheta}\sum_{i=2}^{i=n}\varrho_i v_i\frac{\partial X}{\partial\varrho_i}+\frac{\varrho_1}{E}\sum_{i=2}^{i=n}\varrho_i\frac{\partial X}{\partial\varrho_i}-\frac{gz\,\varrho_1^{\,2}}{E},$$

$$\Delta\varrho_j=-\frac{m_j q_j\varrho_j\Delta\Psi}{R\vartheta}-\varrho_1\frac{\partial X}{\partial\varrho_1}\left(\frac{\varrho_j v_j}{R\vartheta}-\frac{\varrho_j}{E}\right)+\frac{m_j\varrho_j}{R\vartheta}\frac{\partial X}{\partial\varrho_j}-gz\left(\frac{m_j\varrho_j}{R\vartheta}-\frac{\varrho_1\varrho_j v_j}{R\vartheta}+\frac{\varrho_1\varrho_j}{E}\right),$$

wo für j nacheinander $2, 3, \cdots n$ zu setzen ist. Es ist klar, daß für den Fall eines Isolators einfach alle q gleich Null zu setzen sind.

Nun läßt sich aus der letzten Gleichung die Dichte der wahren Elektrizität finden, und die Gleichung

$$\frac{\partial f}{\partial x}+\frac{\partial g_1}{\partial y}+\frac{\partial h}{\partial z}=\varrho_e$$

läßt sich in der Form:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{K}{4\pi}\frac{\partial\Delta\Psi}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{K}{4\pi}\frac{\partial\Delta\Psi}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{K}{4\pi}\frac{\partial\Delta\Psi}{\partial z}\right)+\sum q_i\varrho_i-\frac{\Delta\Psi}{R\vartheta}\sum m_i q_i^{\,2}\varrho_i-\frac{\varrho_1}{R\vartheta}\frac{\partial X}{\partial\varrho_1}\sum q_i\varrho_i v_i+\frac{\varrho_1}{E}\frac{\partial X}{\partial\varrho_1}\sum q_i\varrho_i+\frac{1}{R\vartheta}\sum m_i q_i\varrho_i\frac{\partial X}{\partial\varrho_i}-\frac{gz}{R\vartheta}\sum m_i q_i\varrho_i+\frac{gz\,\varrho_1}{R\vartheta}\sum q_i\varrho_i v_i-\frac{gz\,\varrho_1}{E}\sum q_i\varrho_i=0,$$

schreiben, wo K die Dielektrizitätskonstante der Lösung ist. Nun ist aber in der Regel $\frac{\Sigma m_i q_i^{\,2}\varrho_i}{R\vartheta K}$ in elektrolytischen Lösungen sehr groß. Man kann daher in der letzten Gleichung die ersten vier Glieder vernachlässigen und findet so:

$$\Delta\Psi=-\frac{\varrho_1\frac{\partial X}{\partial\varrho_1}\Sigma q_i\varrho_i v_i}{\Sigma m_i q_i^{\,2}\varrho_i}+\frac{\Sigma m_i q_i\varrho_i\frac{\partial X}{\partial\varrho_i}}{\Sigma m_i q_i^{\,2}\varrho_i}-\frac{gz\,\Sigma m_i q_i\varrho_i\left(1-\frac{\varrho_1 v_i}{m_i}\right)}{\Sigma m_i q_i^{\,2}\varrho_i}.$$

Diese Gleichung wird wesentlich vereinfacht durch die Annahme, daß in der Lösung nur eine Kationenart und nur eine Anionenart vorkomme, daß das Kation S_2 des gelösten Salzes im Zustande vollkommener Dissoziation nur magnetisch sei, und daß der betrachtete Punkt mit dem Anfangspunkt in derselben Horizontalebene liege. Dann können wir $\frac{X}{\varrho_2}$ für $\frac{\partial X}{\partial\varrho_2}$ einsetzen und ferner

$$\frac{\partial X}{\partial\varrho_1}=\frac{\partial X}{\partial\varrho_3}=0$$

setzen, so daß die obige Gleichung in

$$\Delta\Psi=\frac{v_3 m_2 X}{(v_2+v_3)\varepsilon\varrho_2}=\frac{v_3 R\vartheta X}{v_3\varepsilon\Pi}$$

übergeht, wo ε die von einem Grammolekül des Kations transportierte Elektrizitätsmenge und Π der gesamte osmotische Druck des gelösten Salzes ist. Offensichtlich gilt für binäre Elektrolyte

$$\Delta\Psi=\frac{R\vartheta X}{\varepsilon\Pi},$$

eine Gleichung, welche verschieden ist von den entsprechenden Gleichungen Jägers.[1])

1) G. Jäger, Wien. Ber. **108** (2a), 1499, 1899.

Tokyo, Physikalisches Institut.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 6. Juli 1905.)

Vielfach-Telephonie mittels des Telegraphons.

Von J. W. Giltay.

Kurz nach dem Erscheinen des Poulsenschen Telegraphons wurden in verschiedenen Schriften ausführliche Beschreibungen dieses interessanten Apparats gegeben und dabei auch mancherlei Anwendungen genannt, zu denen sich das Telegraphon eignen sollte. So würde man z. B. damit eine „Telephonische Zeitung" machen können, weiter auch ein Telephonrelais, man würde Mehrfachtelephonie mit dem Apparate treiben können, usw.

Diese letztere Anwendung, die wohl die bedeutendste sein würde, wollen wir hier etwas näher betrachten.

Bekanntlich ist der Hauptgedanke des sinnreichen Apparats der folgende: ein Stahlband wird fortgezogen unter den Polflächen eines Hufeisenelektromagneten[1]) in dessen Windungen ein Telephonstrom geschickt wird. Die Mittelpunkte der Polflächen liegen in einer Linie, die

1) Wir werden der Einfachheit halber im folgenden von Hufeisenmagneten sprechen, obgleich Poulsen eigentlich statt eines Hufeisenmagnets zwei einzelne, grade Elektromagnete gebraucht.

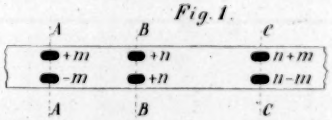
senkrecht zur Bewegungsrichtung ist. Das Stahlband wird magnetisiert durch den Hufeisenmagnet und die Stärke der Magnetisierung ist eine Funktion der Intensität des sie erzeugenden Telephonstroms. Führt man nachher das Stahlband in der nämlichen Richtung unter den Elektromagnet hindurch, so entstehen in dessen Windungen Ströme, die im Telephon als ein Echo des früheren Gesprächs abgehört werden können.

Um 2 Gespräche übereinander auf dasselbe Band aufzuschreiben, werden 2 Elektromagnete genommen, die jedoch verschieden gewickelt sind. Der eine ist so gewickelt, daß ein durch die Windungen gehender Strom die Polflächen resp. *NS* macht; der andere dagegen ist derart gewickelt, daß beide Polflächen stets dieselben Magnetisierungen bekommen. Wir wollen den ersteren den *NS*-Magnet, den letzteren den *NN*-Magnet nennen.

Um die Sache möglichst einfach zu halten, wollen wir annehmen, daß in beiden Magneten ein sehr kurz dauernder Strom geschickt wird.

Der *NS*-Magnet wird dann auf dem Stahlband (Fig. 1) z. B. in der Linie *AA* die mag-

Fig. 1.



netischen Mengen $+m$ und $-m$ festlegen; der *NN*-Magnet wird in der Linie *BB* die Mengen $+n$ und $+n$ fixieren. Fallen die von den beiden Elektromagneten festgelegten Magnetisierungen zusammen, z. B. in der Linie *CC*, so werden sich dort die Magnetisierungen $n+m$ und $n-m$ zeigen.

Wird nun nachher das Band unter den Magnetpolen durchgezogen, so wird, wenn die Linie *AA* den *NS*-Magnet passiert, in dessen Windungen ein kurz dauernder Strom induziert werden, da dieser Magnet reagiert auf die Differenz beider magnetischen Mengen, also auf $2m$. In den *NN*-Magnet wird die Linie *AA* jedoch keinen Strom induzieren, da *NN* nur auf die Summe der Fixierungen reagiert, welche in diesem Fall gleich $m-m$ oder 0 ist. Ebenso werden die Fixierungen in der Linie *BB* nur auf den *NN*-Magnet, nicht aber auf den *NS*-Magnet influenzieren.

Die Fixierungen $n+m$ und $n-m$ in der Linie *CC* werden in jeden der beiden Elektromagneten einen Strom induzieren und zwar in den Magnet *NS* einen Strom, der eine Funktion von $2m$, in *NN* einen solchen, der eine Funktion von $2n$ ist.

Man sieht also, dass es für die Reproduktion keinen Unterschied macht, ob die Fixierungen der beiden Elektromagneten hintereinander oder übereinander gelagert sind. Man wird daher auf diese Weise 2 Gespräche zu gleicher Zeit übereinander aufschreiben und sie nachher wieder getrennt hören können. Man ist sogar nicht auf 2 Gespräche beschränkt, man kann z. B. 3 Gespräche übereinander aufschreiben und sie nachher wieder trennen, wenn man 3 Elektromagnete gebraucht, wovon jeder von 4 Polflächen versehen ist, die durch einen durch die Wickelungen gehenden Strom etwa die folgenden Magnetisierungen bekommen: *NSNS NNSS NSSN*. (Fig. 2.) Es kommt

Fig. 2.

offenbar nur darauf an, die Wickelungen so zu wählen, daß in jedem Elektromagnet nur von denjenigen magnetischen Fixierungen, die er selber niedergeschrieben hat, ein Strom induziert wird.

Nun wird in fast sämtlichen Publikationen, die ich über diesen Apparat gelesen, aus der Tatsache, dass man 2 oder mehr Gespräche zu gleicher Zeit auf ein Band aufschreiben und sie nachher wieder trennen kann, der Schluß gezogen, es eigne sich der Apparat zur Vielfachtelephonie. Nur in 2 Aufsätzen habe ich gefunden, wie man sich die Einrichtung zur Duplextelephonie vorstellt. Erstens in „l'Eclairage Electrique" XXIII, S. 407, in einer Abhandlung von J. Blondin und zweitens in dieser Zeitschrift **2**, 29, 1900 in einem Aufsatz von E. Ruhmer. Beide Abhandlungen geben dieselbe schematische Einrichtung um zu dem gewünschten Ziel zu gelangen. Ob der Versuch wirklich je gemacht worden ist, darüber läßt keiner sich aus.

Zur Lösung der Frage, ob es möglich sei, den Poulsenschen Apparat zur Duplextelephonie zu verwenden, kommt es in erster Stelle darauf an zu untersuchen, ob es ein Mittel gebe, über eine Telegraphenlinie eine Kopie der in Fig. 1 abgebildeten magnetischen Beschreibung zu machen.

Schalten wir an jedem Ende der Leitung einen *NN*-Magnet ein, so werden nur die Fixierungen $+n+n$ der Linie *BB* und $+n+n$ der Linie *CC* auf das Band in der Empfangsstation niedergeschrieben werden. Nehmen wir dagegen zwei *NS*-Magnete, so werden nur die Zeichen $+m-m$ der Linie *AA* und $+m-m$

der Linie *CC* auf dem empfangenden Band erscheinen. Ein einpoliger Elektromagnet, dessen Breite gleich derjenigen des Bandes ist, wird natürlich dieselbe Wirkung haben wie ein *NN*-Magnet.

Nehmen wir an beiden Enden der Leitung einen *NN*-Magnet und einen *NS*-Magnet, hintereinander geschaltet, so wird offenbar der Zweck auch nicht erreicht werden. Denn wenn an der Absendestation, z. B. in den *NN*-Magnet vom Bande ein Strom induziert wird und der *NS*-Magnet bekommt in dem Augenblick keinen Strom vom Eisenband, so wird auf der Empfangsstation der *NS*-Magnet nichtsdestoweniger ein magnetisches Zeichen aufschreiben, obgleich er nichts schreiben darf. Auch werden die Inskriptionen auf dem Band der Absendestation auf diese Weise sofort verdorben werden, da auch dort der eine Magnet etwas aufschreiben wird, wenn der andere Strom erhält.

Es läßt sich also eine Kopie der in Fig. 1 abgebildeten magnetischen Beschreibung über die Telegraphenlinie nicht machen, wenigstens nicht auf einmal.

Daher hat man bei der von Blondin und von Ruhmer beschriebenen Methode eine andere Anordnung getroffen. Während wir bis jetzt die Hufeisenmagnete derart gestellt hatten, daß die Mittelpunkte der Polflächen eines jeden Magneten in einer zur Bewegungsrichtung senkrecht liegenden Linie sich befanden, ist bei der neuen Anordnung diese Verbindungslinie parallel der Bewegungsrichtung des Bandes.

Fig. 3.

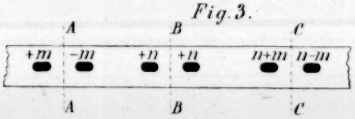
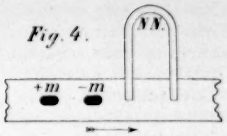


Fig. 3 zeigt ein auf diese Weise von einem *NN*- und einem *NS*-Magnet beschriebenes Band. Bei *AA* hat der *NS*-Magnet eine Fixierung gegeben, bei *BB* hat der *NN*-Magnet geschrieben und bei *CC* haben sie beide auf derselben Stelle geschrieben.

Um nun von diesem Band eine Kopie auf der Empfangsstation zu erhalten, wird an beiden Enden der Linie ein einfacher Elektromagnet eingeschaltet, unter dessen Pol das Stahlband fortschiebt. Es ist ohne weiteres klar, daß man auf diese Weise eine genaue (wenn auch der Translationen wegen schwache) Kopie der Magnetinskription auf das Stahlband der Empfangsstation erhalten wird.

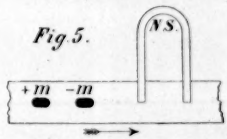
Soweit geht alles gut. Nun sollen aber die auf diesem Bande erhaltenen 2 Gespräche wieder getrennt und in 2 Telephonen abgehört werden. Und dies scheint mir bei der vorgeschlagenen Methode unmöglich:

Fig. 4.



In Fig. 4 ist der *NN*-Magnet der Empfangsstation abgebildet. Das Band bewegt sich in der Richtung des Pfeiles. Die Fixierungen $+m—m$, welche für den *NS*-Magnet bestimmt sind, dürfen in den *NN*-Magnet gar keinen Strom induzieren. Das wird aber offenbar ganz anders geschehen. Die Fixierung $—m$ wird in das linke Bein des *NN*-Magnet beim Annähern einen Strom induzieren und ebenfalls wird die Stelle $+m$ bei ihrer Entfernung vom rechten Beine in dessen Windungen einen Strom induzieren. Das mit *NN* verbundene Telephon, das von der Inskription $+m—m$ nichts hören sollte, wird also 2 Stöße zu hören bekommen.

Fig. 5.



In Fig. 5 ist der *NS*-Magnet der Empfangsstation vorgestellt. Dieser soll von den entlang schiebenden Fixierungen $+m—m$ nur einen kurzen Induktionsstoß erhalten, welcher Stoß eine exakte Kopie desjenigen Stromes sein soll, der in der Absendestation die Punkte $+m—m$ festgelegt hat. Das geschieht aber offenbar auch nicht: es wird zuerst die annähernde $—m$ einen Strom im linken Bein von *NS* induzieren, darnach werden die Fixierungen $+m —m$ einen Strom in beiden Polen zu gleicher Zeit induzieren und schließlich wird der sich entfernende Fleck $+m$ noch einen Strom im rechten Bein des *NS*-Magnetes induzieren. In dem mit *NS* verbundenen Telephon erhält man also statt eines kurzdauernden Stromes 3 Ströme, wovon nur der mittlere (freilich der stärkere von den dreien) der gewünschte ist.

Wie man sieht, genügt diese Einrichtung keiner von den beiden Anforderungen: der *NN*-Magnet erhält Strom, wenn er nichts empfangen soll und der *NS*-Magnet erhält außer den für ihn bestimmten Strom noch zwei andere, wenn auch schwächere Ströme.

Ich glaube also wohl aus dem Obengesagten schließen zu dürfen, daß man eine getreue Wiedergabe eines Gesprächs auf diese Weise nicht erwarten kann; ebensowenig wie man einen Brief schreiben lassen kann von

einem, der keine Buchstaben zu schreiben gelernt hat.

Der Fehler dieser übrigens sehr ingeniös gedachten Einrichtung ist offenbar dieser, daß in der Absendestation 2 zusammengehörige Fixierungen immer zu gleicher Zeit entstehen und daß diese nicht ausschließlich zu gleicher Zeit in der Empfangsstation ihre stromerregende Wirkung ausüben.

Delft, Holland, 29. Juni 1905.

(Eingegangen 30. Juni 1905.)

Über eine für chemische Zwecke geeignete Quecksilberbogenlampe mit Quarzeinsatz.

Von Franz Fischer.[1])

Im folgenden möchte ich in kurzen Zügen eine Quecksilberbogenlampe beschreiben, wie ich sie zu meinen Versuchen „Über die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf Glas“ [2]) benutzt habe und wie sie andererseits zu der nachfolgenden Untersuchung „Über die Bildung des Ozons durch ultraviolettes Licht“ gedient hat.

Fig. 1 und 2 erläutern Form und Aufstellung der Lampe, Fig. 3 zeigt den für die Behandlung von Gasen konstruierten Glaskühler.

Die Lampe besteht aus dem äußeren Glaskörper A und dem inneren Gefäß B aus Quarzglas, welches doppelwandig und evakuiert ist.

1) Aus dem I. Chem. Institut der Universität Berlin.

2) Berl. Ber. **38**, 946, 1905 und diese Zeitschrift **6**, 216, 1905.

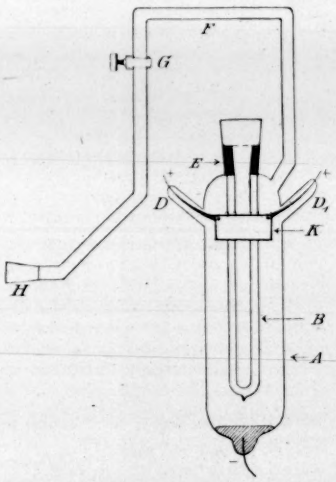


Fig. 1.

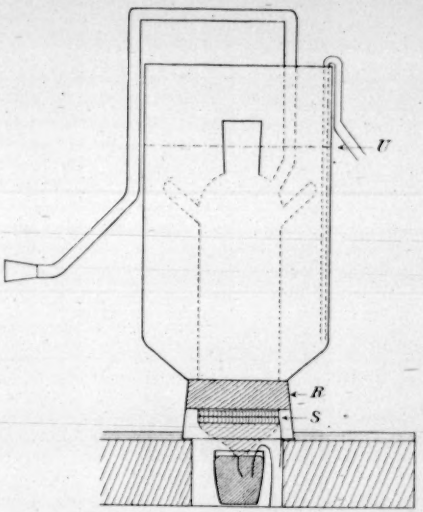


Fig. 2.

Mittels des Schliffes E ist der Quarzzylinder mit Siegellackdichtung in das Glasgefäß eingesetzt.

Bei D und D_1 sind Platindrähte eingeschmolzen, an welchen die Anode K, ein den Quarzzylinder umschließender Eisenring hängt. F stellt die Verbindung mit der Luftpumpe her, G ist ein Hahn mit schiefer Bohrung, H ein Schliff zum Ansetzen.

Unten in der Lampe befindet sich Quecksilber als Kathode. Die Lampe wird mittels eines Gummiringes R (siehe Figur 2) in den Hals einer umgekehrt aufgestellten Glasflasche, deren Boden abgesprengt ist, eingesetzt. Unterhalb des Gummiringes R umschließt die Lampe ein Stanniolring S mit umgelegtem Kupferdraht, um die Zündung durch ein Induktorium zu ermöglichen. Das untere Ende der Lampe taucht in einen Quecksilbernapf ein, der sowohl die Stromzuführung bewerkstelligen, als auch zur Abdichtung der Einschmelzstelle beitragen soll. Die Glasflasche wird bei U mit Wasser beschickt, durch ein in der Höhe von U angebrachtes Überlaufloch fließt das Kühlwasser wieder ab.

Der Zweck der Kühlung ist, die Temperatur im Lampeninnern herabzudrücken und damit eine geringere Dichte des Quecksilberdampfes zu erzielen, bei welcher die Bildung ultravioletten Lichtes begünstigt wird. Dementsprechend brennt diese Lampe mit blauviolettem Lichte.

Die Anode wird mit dem positiven Pole der Lichtleitung, die Quecksilberkathode bezw. der Quecksilbernapf mit dem negativen verbunden. Außerdem liegt am Quecksilber noch der (überwiegend) negative Pol der Sekundärwicklung eines Induktoriums, dessen positiver Pol mit dem Stanniolring in Verbindung steht. Sobald das Induktorium in Tätigkeit gesetzt wird, geht auch der Gleichstrom der Lichtleitung durch die Lampe. Die Stromstärke beträgt im allgemeinen 5 Amp., die Lampenspannung rund 20 Volt. Der Rest der Spannung der Lichtleitung wird in einem vorgeschalteten Widerstand vernichtet.

Trotzdem nun das Quarzgefäß doppelwandig und zwischen den Wänden sorgfältigst evakuiert war, erwärmte sich die innere Wand infolge der Wärmestrahlung ebenfalls sehr bald. Um diesem Umstande entgegenzuwirken, wurde ein Glaskühler konstruiert, der mit geringem Abstand (1 mm) in das Quarzgefäß hineinpaßte und oben mittels eines Stopfens schloß. In Fig. 3 sind der Glaskühler und das doppelwandige Quarzgefäß abgebildet, zur Erhöhung der Übersichtlichkeit nach der Breite übertrieben. Q ist das Quarzgefäß, darin befindet sich mittels des Stopfens der stellenweise aus vier übereinander geschobenen konzentrischen Glasröhren bestehende Glaskühler.

Das der Strahlung der Lampe auszusetzende Gas tritt bei a in den Glaskühler ein und bei b wieder aus, schiebt sich dann zwischen der

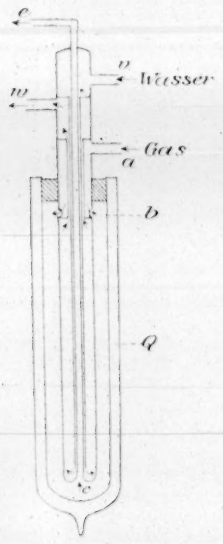


Fig. 3.

Außenwand des Glaskühlers und der Innenwand des Quarzgefäßes herab, strömt bei c wieder in den Kühler ein und verläßt ihn durch das mittlere Rohr bei e. Das Kühlwasser des Glaskühlers tritt bei v ein, fließt außen am innersten Rohr entlang abwärts, kehrt unten um und strömt schließlich bei w wieder aus.

Sollen Flüssigkeiten in dem inneren aus Quarz bestehendem Reaktionsgefäß bestrahlt werden, so kann man entweder statt des Glaskühlers oben einen Rückflußkühler aufsetzen oder in die Flüssigkeit einen sogenannten Stangenkühler eintauchen lassen.

Berlin, im Juli 1905.

(Eingegangen 12. Juli 1905.)

Über die Bildung des Ozons durch ultraviolettes Licht.

Von Franz Fischer und Fritz Braehmer.[1])

1. Mitteilung.

Lenard[2]) hat zuerst beobachtet, daß ultraviolettes Licht Sauerstoff zu ozonisieren imstande ist. Ließ er das Licht einer Funkenstrecke durch eine (für Ultraviolett durchlässige) Quarzplatte auf Sauerstoff treffen, so trat Ozonisierung ein. Diese blieb jedoch aus, wenn das Licht auch noch eine (für Ultraviolett undurchlässige) Glimmerscheibe zu durchsetzen hatte.

Goldstein[3]) bemerkte Ozongeruch außerhalb Geißlerscher Röhren, sobald durch dieselben eine Entladung gesandt wurde, jedoch nur, wenn sie teilweise aus Quarz bestanden. Auch er sieht hierin eine Wirkung des ultravioletten Lichtes, und es ist sehr wahrscheinlich, daß auch das Ozon, das er im Innern seiner Röhren, also im Raume der elektrischen Entladung, durch flüssige Luft kondensierte, ultravioletter Strahlung seine Bildung verdankt.

Warburg[4]) hat festgestellt, daß bei der sogen. stillen elektrischen Entladung, z. B. in den Siemensschen Ozonröhren, ultraviolettes Licht und Kathodenstrahlen auftreten und es erscheint ihm naheliegend, in dem Auftreten dieser Strahlung die Ursache der Ozonbildung zu erblicken.

Warburg und Regener[5]) haben einerseits reinen Sauerstoff in der Quarzkapillare ihres Differentialozonometers mit dem ultravioletten Lichte einer Funkenstrecke bestrahlt und die Volumkontraktion gemessen. Ebenso haben sie

1) Aus dem I. Chem. Institut der Universität Berlin.
2) Lenard, Ann. Phys. **1**, 486, 1900.
3) Goldstein, Berl. Ber. **38**, 3042, 1903.
4) Warburg, Ann. Phys. **13**, 475, 1904.
5) Warburg und Regener, Sitzungsber. preuß. Akad. d. Wiss. 1228, 1904.

stark ozonisierten Sauerstoff bestrahlt und seine Volumvergrößerung ermittelt. Aus ihren Messungen ziehen sie den Schluß, daß neben der ozonisierenden auch eine desozonisierende Strahlung wirksam ist, ihre Kurven für Ozonisierung und Desozonisierung schneiden sich bei 2,2 Proz. Ozonisierung, d. h. unter den von Warburg und Regener gewählten Bedingungen sind bei 2,2 Proz. Ozonisierung Bildungs- und Zerfallsgeschwindigkeit einander gleich.

Für unsere Absicht, die Bildungsbedingungen und Ausbeuteverhältnisse in bezug auf die Ozonisierung des Sauerstoffs durch ultraviolettes Licht zu untersuchen, erschien uns die an ultraviolettem Licht reiche Quecksilberbogenlampe besonders geeignet [1]), von der bereits bekannt ist, daß ihre Strahlung die Luft ozonisiert. Wir bedienten uns hierzu der von dem einen von uns in der vorangehenden Arbeit beschriebenen Form mit Quarzeinsatz.

Zur Untersuchung wurde reiner Sauerstoff verwendet. Derselbe wurde elektrolytisch aus verdünnter Schwefelsäure entwickelt, durch Glaswolle und dann über erwärmten platinierten Asbest geleitet; hierbei wurde sowohl ihm beigemischtes Ozon zerstört, als auch wurden Spuren von Wasserstoff zu Wasser verbrannt. Hierauf passierte der Sauerstoff eine sogen. Intensivwaschflasche mit konz. H_2SO_4 und trat dann in den Quarzeinsatz der Quecksilberlampe zwischen der zweiten Quarzwand und der mit Wasser gekühlten Außenwand des Glaskühlers ein. Durch die Mitte des Glaskühlers verließ der jetzt ozonhaltige Sauerstoff wieder die Lampe.

In einem mittels Quecksilberverschlüssen angeschlossenen Absorptionsapparat wurde durch das Ozon aus neutraler Jodkaliumlösung Jod ausgeschieden. Bei allen Versuchen wurde in übereinstimmender Weise verfahren. Im Absorptionsrohr befanden sich immer 20 cbm $^2/_{10}$ *n* $K\mathcal{J}$-Lösung, es wurde stets mit dem gleichen Volumen Wasser ausgespült, mit 20 cbm $^2/_{10}$ n. H_2SO_4-Lösung angesäuert, das gleiche Volumen Stärkelösung von konstanter Konzentration hinzugegeben und schließlich mit $^1/_{100}$ n. $Na_2S_2O_3$-Lösung das ausgeschiedene Jod titriert.

Die Zündung der Lampe erfolgte durch ein kleines Induktorium. Der Entladungsraum der Lampe selbst war dauernd mit einer Quecksilberluftpumpe verbunden, das Vakuum wurde teils hiermit, teils mittels eines Absorptionsrohres, das ausgeglühte Kohle enthielt und in flüssige Luft gebracht wurde, geregelt.

1) Vergl. A. Pflüger, Die Quecksilberlampe als ultraviolette Lichtquelle. Diese Zeitschr. **5**, 414, 1904; E. Ladenburg, Spektrale Energieverteilung der Quecksilberlampe aus Quarzglas. Diese Zeitschr. **5**, 525, 1904.

Folgende Hauptgesichtspunkte kamen bei der Untersuchung in Betracht:

1. Einfluß der Kühlung des Gases,
2. Einfluß der Lichtstärke der Lampe,
3. Einfluß der Geschwindigkeit des Gasstromes,
4. Einfluß der Reinheit des Sauerstoffs.

1. Einfluß der Kühlung des Gases.

Infolge der mit steigender Temperatur stark wachsenden Zerfallsgeschwindigkeit des Ozons [1]) war zu erwarten, daß die Kühlung des der Lampenstrahlung ausgesetzten Gases von wesentlichem Einfluß auf die erreichbare Konzentration an Ozon sein würde.

Leiteten wir das Gas ohne jegliche Kühlung durch die Lampe, indem wir durch den eingesetzten Glaskühler kein Wasser fließen ließen, so wurde keine merkbare Menge Ozon gefunden. Die Messung der Temperatur, die sich, trotzdem das Quarzgefäß doppelwandig und der Raum zwischen beiden Wänden sorgfältig evakuiert war, bei verschlossenem Einsatzgefäß bald einstellte, gab hierüber Aufschluß. Wir fanden eine Mindesttemperatur von 270°, bei welcher, wie man schon lange weiß, Ozon gar nicht existenzfähig ist. Wurde jedoch durch den Glaskühler Leitungswasser gesandt, so kühlte das in dem engen, 1 mm weiten Raum zwischen der inneren erwärmten Quarzwand und der kalt gehaltenen Außenwand des Glaskühlers sich durchschiebende Gas die Quarzwand selbst ab, dementsprechend wurden jetzt auch sehr merkliche Mengen Ozon festgestellt.

a) Einfluß der Geschwindigkeit des Kühlwassers.

In Tabelle 1 besaß das Kühlwasser von 15° C nur etwa zwei Drittel der Geschwindigkeit wie in Tabelle 2. Die Tabellen geben unter „No." die Nummer des Versuches, unter „*AL*" bezw. „*AE*" die Stromstärke in der Lampe bezw. in dem den Sauerstoff liefernden Elektrolyseur, beide in Amperes. Unter „Titer" sind die Kubikzentimeter $^1/_{100}$ Thiosulfat angegeben, die zur Titration des von Ozon ausgeschiedenen Jods verbraucht wurden, unter „mg O_3" die hieraus berechnete Ozonmenge und unter „Gew. % O_3" der Gehalt des Sauerstoffes an Gewichtsprozent Ozon. Hierzu war das Gewicht der Gesamtsauerstoffmenge aus der Stromstärke im Elektrolysierapparat berechnet. Die Versuchsdauer betrug jeweils 15 Minuten.

1) Clement, Bildung des Ozons bei hoher Temperatur. Ann. Phys. **14**, 334, 1904.

Tabelle 1.

No.	$A-L$	$A-E$	Titer	mg O_3	Gew. % O_3
1	5,1	3,01	1.69	0,406	0,182
2	5,1	3,01	1,80	0,432	0,193
3	5,1	3,01	1,81	0,434	0,191

Tabelle 2.

No.	$A-L$	$A-E$	Titer	mg O_3	Gew. % O_3
1	5,1	3,01	2,03	0,487	0,217
2	5,1	3,01	2,05	0,492	0,219
3	5,1	3,01	2,06	0,494	0,221

Der Vergleich der Tabellen 1 und 2 zeigt, dass mit zunehmender Geschwindigkeit des Kühlwassers, also intensiverer Kühlung die erzeugte Ozonmenge zunimmt, wodurch bei gleichbleibender Stärke des Gasstromes auch der Prozentgehalt größer wird.

b) Einfluß der Temperatur des Kühlwassers.

Um den Einfluß der Temperatur direkt zu erweisen, wurde Kühlwasser mit konstanter Geschwindigkeit mittels einer durch einen Elektromotor angetriebenen Schlauchpumpe durch den Glaskühler gedrückt. Der Kreislauf des Wassers war im wesentlichen der, daß es aus der Pumpe durch eine von außen kühlbare Bleischlange, durch ein Gefäß mit dem Thermometer 1, durch den Glaskühler, durch ein Gefäß mit dem Thermometer 2 und zurück zur Pumpe gelangte. T_1 und T_2 geben die Temperaturen des Wassers vor Eintritt bezw. nach Austritt aus dem Glaskühler an. Die Geschwindigkeit des Wassers war erheblich geringer als die des Leitungswassers.

Tabelle 3.

No.	$A-L$	$A-E$	T_1	T_2	Titer	mg O_3	Gew. % O_3
1	5	3	21½° C	22½° C	1,35	0,324	0,145
2	5	3	22°	23°	1,61	0,386	0,173
3	5	3	22°	23°	1,62	0,389	0,174

Bleischlange von außen durch Wasser von Zimmertemperatur gekühlt.

Tabelle 4.

No.	$A-L$	$A-E$	T_1	T_2	Titer	mg O_3	Gew. % O_3
1	5	3	+1° C	+2° C	1,81	0,434	0,194
2	5	3	+1°	+2°	1,79	0,430	0,192
3	5	3	+1°	+2°	1,81	0,434	0,194

Bleischlange von außen mit Eis gekühlt.

Tabelle 5.

No.	$A-L$	$A-E$	T_1	T_2	Titer	mg O_3	Gew. % O_3
1	5	3	−10° C	−2½° C	2,27	0,545	0,244
2	5	3	−10°	−2½°	2,4	0,576	0,258
3	5	3	−10°	−2½°	2,21	0,530	0,237

Im Kreislauf Chlorcalciumlösung statt Wasser, Bleischlange von außen mit Kältemischung gekühlt.

Der Vergleich der Tabellen 3, 4 und 5 zeigt deutlich den Einfluß der Temperatur der Kühlflüssigkeit, mit sinkender Temperatur steigt der Prozentgehalt des Gases beträchtlich an. Da die Lampe unter Wasser brennt, so erscheint es ausgeschlossen, daß die verstärkte Kühlung im Glaskühler auf die Lampe noch erheblich kühlend einwirkt und so die Art der Lichtemission in einem für die Ozonbildung günstigen Sinne beeinflußt.

2. Einfluß der Lichtstärke der Lampe.

Bei konstant gehaltener Kühlung durch Leitungswasser und möglichst konstantem Gasstrom wurde nunmehr die Lampenstromstärke und damit die Lichtstärke variiert. Die Spannung der Lampe betrug rund 20 Volt.

Tabelle 6.

No.	$A-L$	$A-E$	Titer	mg O_3	Gew. % O_3
1	2	2,96	1,68	0,403	0,183
2	2	2,99	1,68	0,403	0,181
3	3	3,01	2,00	0,480	0,214
4	3	3,00	2,00	0,480	0,215
5	6,5	3,00	2,09	0,502	0,224
6	6,5	3,00	2,10	0,504	0,226
7	8	3,00	2,02	0,485	0,217
8	8	3,00	2,04	0,490	0,219

Zunächst nimmt also mit zunehmender Lichtstärke die Ausbeute an Ozon zu, schließlich aber wieder ab. Letzteres rührt nach unserer Meinung daher, daß mit weiter zunehmender Lampenstromstärke die Temperatur zu sehr gesteigert wird, wodurch die Zerfallsgeschwindigkeit des entstandenen Ozons erhebliche Werte annimmt.

3. Einfluß der Geschwindigkeit des Gasstromes.

Die abkühlende Wirkung des Gases auf die Quarzwand haben wir bereits früher erwähnt. Es war daher zu erwarten, daß bei Verstärkung der Gasstromgeschwindigkeit die absolute Menge des erzeugten Ozons vermehrt würde, einerseits deshalb, weil die kühlende Wirkung auf die Quarzwand hierdurch gesteigert, andererseits auch darum, weil das schneller weggeführte Ozon vor Erwärmung und damit vor dem Zerfall geschützt wird. Der Prozentgehalt des Gases an Ozon jedoch würde dabei wahrscheinlich abnehmen.

Tabelle 7 bestätigt unsere Vermutungen.

Tabelle 7.

No.	$A-L$	$A-E$	Titer	mg O^0	Gew. % O_3
1	5	2,03	1,59	0,382	0,253
2	5	2,06	1,59	0,382	0,249
3	5	3,09	2,20	0,528	0,230
4	5	3,10	2,25	0,540	0,234
5	5	3,95	2,47	0,593	0,201
6	5	4,00	2,38	0,571	0,192

Man sieht, daß bei Verdoppelung der Stärke des Gasstromes (von 2 auf 4 Amperes) die absolute Menge des von der Lampe erzeugten Ozons sich beinahe ebenfalls verdoppelt, wogegen der Prozentgehalt nur auf $^4/_5$ des ersten Betrages sinkt. Ob bei weiterer Verstärkung des Gasstromes die Ausbeuteverhältnisse sich ebenso weiter verbessern werden, steht vorerst dahin.

4. Einfluß der Reinheit des Sauerstoffs.

Wir haben schließlich unseren reinen Sauerstoff auf verschiedene Gehalte an Wasserdampf gebracht, indem wir ihn einmal nur mit Chlorcalcium, das andere Mal mit konz. Schwefelsäure trockneten. Wir sind jedoch augenblicklich noch nicht in der Lage, hierüber eindeutige Ergebnisse mitteilen zu können.

Was sich jedoch auf Grund der vorliegenden Ergebnisse sagen läßt, ist kurz folgendes:

Die Ozonisierung des Sauerstoffs durch ultraviolettes Licht erfolgt, wenn die Temperatur des Gases nicht zu hoch ist. Sie bleibt praktisch aus, wenn das Gas Temperaturen über 270° hat, weil dann die Reaktion

$$3O_2 \xleftarrow{\qquad} 2O_3$$

infolge Wärmezufuhr von rechts nach links sehr viel schneller verläuft als sie von links nach rechts von statten geht durch Absorption der Energie des ultravioletten Lichtes. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit denen von Clement[1]) aus dem Nernstschen Institut, wonach die Zerfallsgeschwindigkeit des Ozons mit zunehmender Temperatur rasch anwächst. Andererseits erklären sie die Tatsache, daß z. B. bei der bekannten Heräusschen Quarzquecksilberlampe der Ozongeruch bald nach der Zündung der Lampe wesentlich abnimmt. Das an der heißwerdenden einfachen Quarzwand jener Lampe entstehende Ozon zerfällt infolge der Wärme gleich wieder bezw. es entsteht dicht am heißen Quarz wenig Ozon mehr. Allerdings dürfte die allmählich eintretende Änderung in der spektralen Verteilung des Lichtes im gleichen Sinne wirken.

Die zahlenmäßig belegten Einflüsse von Lichtstärke der Lampe und von Kühlung und Geschwindigkeit des Gasstromes decken sich völlig mit dem, was über die Beeinflussung der Ozonbildung bei der stillen elektrischen Entladung z. B. in den Siemensschen Ozonapparaten bekannt ist und scheinen ein Beweis für die Richtigkeit der Warburgschen Anschauung[2]) zu sein, daß die Ozonbildung bei der stillen elektrischen Entladung auf das dabei auftretende ultraviolette Licht zurückzuführen ist. Der eine von uns hat vor kurzem gezeigt, daß die Violettfärbung manganhaltiger Gläser, die das Sonnenlicht auf hohen Bergeshöhen in Monaten und Jahren, in unseren Niederungen erst in Jahrzehnten bewirkt, weil der ultraviolette Teil seines Spektrums von der Erdatmosphäre stark absorbiert wird, sich mit der von uns benützten Lampe in wenigen Stunden reproduzieren läßt.

Bei dieser erwähnten Absorption des ultravioletten Sonnenlichts durch unsere Erdatmosphäre entsteht, wie man wohl jetzt allgemein auf Grund der Lenardschen Beobachtungen[1]) annimmt, in den oberen Luftschichten Ozon, das dann, wenn es in tiefere Regionen hinabsinkt, durch oxydable Substanzen zerstört wird.

Wir sind augenblicklich mit der Abänderung unserer Apparatur beschäftigt, um uns von der störenden Wirkung der Wärmestrahlung noch mehr als bisher frei zu machen. Da wir hierzu geraumer Zeit bedürfen werden, übergeben wir unsere bisherigen Ergebnisse der Öffentlichkeit. Soviel wir jedoch aus einigen vorläufigen Versuchen gesehen haben, ist die Ausbeute an Ozon noch erheblicher Steigerung fähig.

Berlin, im Juli 1905.

(Eingegangen 12. Juli 1905.)

1) loco citato.
2) l. c.

1) l. c.

Über den Dissoziationszustand der von Metallen abgespaltenen Gase.

Von Siegfried Guggenheimer.

Winkelmann[1]) und Richardson[2]) haben gefunden, daß, wenn Wasserstoff durch Platin diffundiert, diese Diffusion nicht dem jeweiligen Wasserstoffdruck parallel geht, und daß diese Erscheinung sehr wahrscheinlich von einer Dissoziation der Wasserstoffmoleküle begleitet ist. Da nun die Metalle der Platingruppe, vor allem Platin und Palladium, von anderen Metallen z. B. das Natrium mit Wasserstoff Verbindungen eingehen, die von einem Teil der Chemiker und Physiker als chemische Verbindungen, von anderen als feste Lösungen im Sinne van't Hoffs betrachtet werden, so lag folgender Gedankengang nahe: Es ist möglich, daß bei dem Durchgang von Wasserstoff durch ein glühendes Metall der Wasserstoff sich in demselben zunächst primär löst, unter einer der Konzentration der Lösung entsprechenden Dissoziation, worauf dann sekundär das dissoziierte gelöste Gas von der Lösung wieder abgegeben wird. Verhält sich die Sache so, dann werden sich auch Dissoziationserscheinungen

1) A. Winkelmann, Ann. d. Phys. 8, 388, 1902.
2) O. W. Richardson, Phil. Mag. (6) 7, 266, 1904; Richardson, Nicol u. Parnell, Phil. Mag. (6) 8, 1, 1904.

ergeben, wenn ich experimentell den Vorgang in seine zwei Phasen zerlege, nämlich 1. Bildung der Verbindung oder Lösung, 2. Abspaltung des aufgenommenen Gases. Um die Richtigkeit der oben aufgeworfenen Frage zu prüfen, wurden die im folgenden beschriebenen Versuche angestellt. Als absorbierende Metalle wurden Palladium, welches besonders leicht Wasserstoff aufnimmt, und Natrium gewählt. Die Abspaltung geschah bei Temperaturen, die zwischen 190° und 220° lagen, also bei Temperaturen, bei denen eine Ionisation des Gases durch leuchtend glühende Metalle noch nicht in Frage kam.[1]) Dies war insofern wichtig, als die Prüfung auf Dissoziation, d. h. auf die Anwesenheit freier Wasserstoffatome, auf elektrischem Wege vorgenommen wurde.

1. Versuche mit Palladium.

Es wurden zwei Versuchsreihen angestellt. Bei der ersten Versuchsreihe wurde das Palladium (das in Form eines Bleches 5×5 cm groß und 0,05 mm dick angewandt wurde) zunächst elektrolytisch (als Kathode in 5 proz. Schwefelsäure) mit Wasserstoff beladen, hierauf sorgfältig getrocknet und in den unteren verengten Teil nebenstehend abgebildeter Röhre gebracht (Fig. 1), welche mit einer Donle-Ebermeyer-

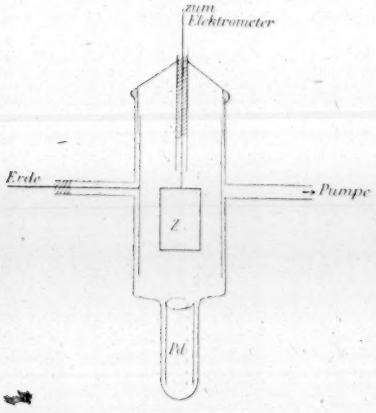


Fig. 1.

schen Pumpe verbunden war. Der Aluminiumzylinder E, der so ziemlich das Innere der Röhre auskleidete, lag an Erde, während der Zerstreuungskörper Z mit der Nadel eines Dolezalekschen Elektrometers verbunden war. Das System Elektrometernadel-Zerstreuungskörper konnte durch eine Zambonische Säule nach Belieben positiv oder negativ geladen werden. Wurde nun das mit Wasserstoff beladene Palladiumblech auf 220° erhitzt (indem die Röhre in ein auf dieser Temperatur befindliches Metallbad gebracht wurde), so zeigte sich zwar, daß Wasserstoff abgespalten wurde, indem der Druck in der Röhre im Laufe von 10 Min. von 350 mm auf 355 mm, resp. von 30 mm auf 35 mm, oder von 26 mm auf 33 mm stieg (und auch nach dem Abkühlen des Apparats dieser erhöhte Druck bestehen blieb), jedoch war keine Spur einer erhöhten Entladungsgeschwindigkeit des Systems Nadel-Zerstreuungskörper wahrzunehmen, und zwar gleichgültig, ob dieses System positiv oder negativ geladen war.

Die zweite Versuchsreihe, die das gleiche Resultat ergab, wurde in folgender Weise angestellt. Das wie oben mit Wasserstoff beladene Palladiumblech wurde in den unteren Teil einer U-Röhre gebracht und die Röhre im Sandbad auf ungefähr 200° erhitzt. Es wurde nun Luft derart über das erhitzte Palladiumblech geleitet, daß dieselbe nach ihrem Austritt ein geerdetes Messingrohr von 3 cm Durchmesser passierte, in dessen Achse sich, isoliert und mit der Elektrometernadel verbunden, ein Messingstab von 5 mm Dicke befand. Das Passieren der mit dem abgespaltenen Wasserstoff beladenen Luft erhöhte die natürliche Entladungsgeschwindigkeit des Systems Messingstab-Elektrometernadel keineswegs.

2. Versuche mit Natrium.

Die Versuche wurden mit einer, durch die Einführung einer Zerstreuungselektrode leicht modifizierten Röhre (Fig. 2) angestellt, wie sie Travers[1]) zur Darstellung reinen Wasserstoffs

1) Travers, The experimental Study of Gases 43, London 1901.

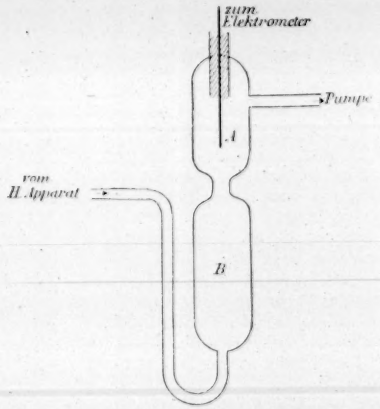


Fig. 2.

1) Nach Emden, Wied. Ann. **36**, 214, 1889, liegt die beginnende Grauglut des Palladiums erst bei 408°.

aus Natrium-Wasserstoff angibt. Es wurde zunächst in den oberen Teil der Röhre bei *A* Natrium eingeführt, hierauf rasch evakuiert, der Apparat mit Wasserstoff gefüllt und das Natrium durch Schmelzen nach *B* gebracht. Das Natrium wurde hierauf noch einige Zeit unter stetem Einleiten von Wasserstoff flüssig erhalten und hierauf im Wasserstoffstrome langsam abgekühlt. Nach dem Erstarren wurde evakuiert, das System Zerstreuungselektrode-Elektrometernadel geladen und isoliert, und das mit *H* beladene *Na* im Metallbad auf 250° erhitzt. Es trat hierauf zwar stets die entsprechende Drucksteigerung ein (so z. B. von 0,045 mm auf 8 mm), jedoch konnte keinerlei entladende Wirkung beobachtet werden.

Das Ergebnis dieser Versuche scheint zu der Annahme zu berechtigen, daß bei der Lösung von Gasen in Metallen von einer Dissoziation im Sinne der Theorie der Lösungen nicht gesprochen werden kann, und es legt den weiteren Schluß nahe, daß die von Winkelmann und Richardson beobachteten Dissoziationserscheinungen in engem Zusammenhange stehen mit den Ionisationserscheinungen, welche Gase in der Umgebung von leuchtend glühenden Metallen zeigen.

Das Ergebnis der beschriebenen Versuche lehrt auch, daß es gestattet ist, bei Versuchen über die Leitfähigkeit von Gasen bei hohen Temperaturen Metallelektroden anzuwenden, solange die Elektroden auf Temperaturen gehalten werden, welche die hier angewandten nicht beträchtlich übersteigen. Jedoch gilt dies nur für höhere Drucke. Erhitzt man aber einen Palladium- oder Platindraht im äußersten Vakuum durch einen elektrischen Strom auf 195°—200°, so ist schon bei diesen Temperaturen eine Abgabe positiver Elektrizität von seiten des Drahtes zu beobachten. Messende Versuche über diese Erscheinung sind im Gange.

München, 5. August 1905.

(Eingegangen 9. August 1905.)

Zwei neue Versuche mit dem elektrischen Winde.

Von J. R. Januszkiewicz.

I. Vorlesungsversuch zum Beweis, daß die Funkenentladung der Elektrisiermaschine ein oszillatorischer Vorgang ist.

Wie bekannt, hat der elektrische Wind auf ein mit zur Erde abgeleitetem Drahtnetz geschütztes Elektroskop keinen Einfluß, solange dasselbe entweder keine, oder eine dem Winde gleichnamige Ladung hat; hat es aber eine derjenigen des Windes entgegengesetzte Ladung, so wird es durch den Wind entladen.

Die Abstände, in welchen sich einerseits das Elektroskop, andererseits die den Wind erzeugende Spitze vom Drahtnetz befinden, können sehr verschieden sein. Vorausgesetzt, daß das Netz dicht ist (20 Drähte pro Zentim.), können wir das Elektroskop (eigentlich eine mit demselben verbundene Metallkugel) 3—5 mm weit vom Drahtnetze und die Spitze 5—10 mm weit von dessen anderer Seite stellen. Bei solcher Einrichtung lassen sich die eben erwähnten Erscheinungen sehr gut beobachten.

Es erweist sich aber bei dieser Einrichtung, daß der elektrische Wind auch in dem Falle das Elektroskop entlädt, wenn die Spitze mit dem der Elektroskopladung gleichnamigen Pole verbunden ist, wenn aber zur gleichen Zeit zwischen den Polen der Maschine Funkenentladungen stattfinden. Mit jedem einzelnen Funken fallen die Blätter des Elektroskops um einen gewissen Winkel herab und gelangen nach 10—15 Entladungen der Maschine in die Ruhelage.

Der Vorgang ist leicht zu erklären. Die eine Ladung tragenden Luftteilchen werden zu nichtelektrisierten Leitern angezogen, somit auch zu den Drähten des Netzes, wenn das Elektroskop ungeladen ist; da das Netz zur Erde abgeleitet ist, so kann das Elektroskop keine Ladung bekommen. Ist das Elektroskop geladen, so influenziert seine Ladung eine entgegengesetzte auf dem Drahtnetze. Die Träger der Ladung im elektrischen Winde, wenn dieselbe derjenigen des Elektroskops gleichnamig ist, werden also zu den Drähten noch kräftiger angezogen. Indes werden Luftteilchen, die eine der Elektroskopladung entgegengesetzte Ladung führen, von den Drähten abgestoßen, und kommen sie in die Zwischenräume, so gelangen sie ungehindert zum Elektroskop und entladen dasselbe.

Wird nun das Elektroskop unabhängig vom Vorzeichen des Poles, mit dem die Spitze in Verbindung steht, entladen, wenn nur zwischen den Polen Funken vorkommen, so ist es nicht anders zu deuten, als daß die Spitze während der Funkenentladung abwechselnd die eine und die andere Elektrizität bekommt, wobei nur die dem einen Vorzeichen entsprechenden Perioden auf das Elektroskop wirken können. Da es nie gelingt, durch Berührung mit einem Leiter von einem und demselben Pole abwechselnd Ladungen von verschiedenen Vorzeichen zu entnehmen, müssen die einzelnen Perioden von sehr kleiner Dauer sein.

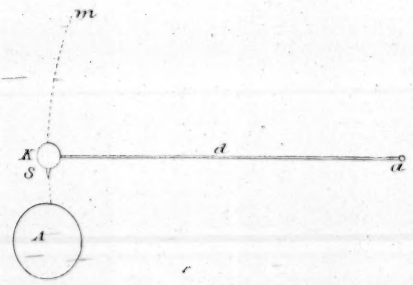
II. Beweis, daß der negative elektrische Wind stärker als der positive ist.

Die Frage, ob der positive oder der negative elektrische Wind caeteris paribus stärker ist, wurde bis jetzt verschieden beantwortet. Die unmittelbare, experimentelle Entscheidung stößt

auf die Schwierigkeit, daß der elektrische Wind eine Ladung mit sich führt, und deshalb können seine mechanischen Wirkungen getrennt von solchen der elektrischen Anziehungs- und Abstoßungskräfte nicht beobachtet sein.

Folgendes Verfahren ist von solchen Komplikationen frei.

Der 20 cm lange Aluminiumdraht d, mit einer hohlen Goldkugel k (Durchmesser 10 mm, Gewicht 0,1 g) am freien Ende, dreht sich um eine etwas von der vertikalen Richtung abweichende isolierte Achse (a — deren Durchschnitt) in einer fast horizontalen Ebene; in der Zeichnung ist der Draht in seiner tiefsten Lage, also in seiner Ruhelage, dargestellt; bei den Schwingungen des Drahtes durchläuft k den Kreisbogen m; s ist das aus der Goldkugel horizontal hervorragende spitze Ende einer dünnen Nadel. Eine zweite Metallkugel A, von 5 cm Durchmesser, auf isolierendem Fuße befestigt, kann in beliebiger Entfernung von der



ihr zugewandten und in ihrer Äquatorialebene schwebenden Nadel s gestellt werden. Die Achse a und die Kugel A werden mit je einem Pole der Maschine verbunden, wodurch die bis dahin nur von der Schwerkraft abhängige Lage der Kugel k unter die Wirkung zweier neuer Faktoren kommt: die elektrische Kraft zieht k und A zueinander, der aus s blasende elektrische Wind — stößt k von A weg.

Es erweist sich indes folgendes: solange die Entfernung von k zu A innerhalb eines gewissen maximalen Wertes sich befindet, ist die Anziehungskraft immer die stärkere. K wird zu A angezogen und behält diese abgelenkte Lage, solange die Elektrisierung dauert. Zwischen der Spitze s und der Oberfläche von A bleibt dabei ein kleiner Zwischenraum, in dem fortwährend ein Funken leuchtet. Ist der anfängliche Abstand der Kugeln größer, als ein gewisses Minimum, so werden sie voneinander abgestoßen, k wird in der Richtung zu m abgelenkt und behält diese Lage, solange die Elektrisierung dauert: es ist also der elektrische Wind stärker, als die Anziehungskraft. In beiden Fällen ist es gleichgültig, welche der beiden Kugeln die positive, resp. die negative Ladung hat.

Es gibt aber Entfernungen, die größer als die eben erwähnten kleinen und kleiner als die großen sind, bei denen die Kugeln zueinander angezogen werden, wenn k (mit der Spitze s) positiv, A — negativ ist, und abgestoßen bei umgekehrter Elektrisierung. In diesen Fällen ist also der positive Wind schwächer, der negative — stärker als die elektrische Anziehungskraft. Da aber diese unverändert bleibt, ob die eine oder die andere Kugel positiv, bezw. negativ ist, so müssen wir schließen, daß der negative elektrische Wind stärker als der positive ist.

St. Petersburg, den 12. Juli 1905.

(Eingegangen 14. Juli 1905.)

Ein Jod-Titrier-Voltameter.

Von D. Albert Kreider.

Die Geschwindigkeit, Genauigkeit und Schärfe der Endreaktion mehrerer volumanalytischer Methoden und besonders der jodometrischen, haben mich auf die Möglichkeit gebracht, sie auf das Voltameter anzuwenden. Eine recht ausgedehnte Untersuchung quantitativer elektrolytischer Oxydations- und Reduktionsmethoden, die ich zu diesem Zwecke ausgeführt habe, hat mich zur Ausbildung eines Titrier-Voltameters geführt, dessen Genauigkeit man mit Sicherheit bis auf ein Zehntausendstel anschlagen kann. Seine Vorteile in bezug auf Handlichkeit und erforderliche Zeit, sowie die Möglichkeit, das Instrument für ein größeres Bereich von Stromdichten anzuwenden, dürften es nach meiner Meinung für viele Untersuchungen nützlich machen.

Die Grundlage der Methode ist die Elektrolyse von Jodkalium und das Titrieren des freigemachten Jods vermittels Natriumthiosulfat. Herroun[1]) hat zuerst die Verwendung von Jod in dieser Richtung vorgeschlagen. Er elektrolysierte Jodzink zwischen einer Platinanode und einer Zinkkathode in einem Becherglase, gibt aber nur die Ergebnisse einer einzigen Bestimmung an und läßt die Methode in einer unbrauchbaren Form.

Danneel[2]) berichtet über vier vergleichende Versuche mit dem Herrounschen Jodzink-Voltameter in Serie mit einem Silber-Voltameter. Die Ergebnisse zeigen eine Differenz, die zwischen +0,27 Proz. und —1 Proz. variiert. Seine Bürettenablesungen wurden nur bis auf das nächste Zehntel Kubikzentimeter

1) Phil. Mag. [5] **40**, 91, 1895.
2) Zeitschr. f. Elektrochemie **4**, 154, 1897.

ausgeführt, und die Gesamtmenge des Thiosulfats war gering und variierte zwischen 7 und 34 Kubikzentimeter.

Die Untersuchungen Danneels sowie die von Kistiakowsky[1]) über ein Silbertitrier-Voltameter scheinen niemals in die allgemeine Literatur gedrungen zu sein. Die Arbeiten beider über Voltameter wurden nebenher mit einer anderen Untersuchung unternommen, und die Titel ihrer Artikel lassen nicht auf diesen besonderen Teil des Inhalts schließen. Meine eigene Voruntersuchung nach eventuellen Reaktionen war vollendet und die Form des Jodid-Voltameters endgültig festgelegt, bevor ich überhaupt von den ebenerwähnten Arbeiten erfuhr.

Herroun weist ganz irrtümlich auf das hohe elektrochemische Äquivalent des Jods als seinen Hauptvorteil hin. Hierbei kommt es offenbar bei einer volumetrischen Methode nicht an. Als Grundlage einer Titriermethode besitzt Jod jedoch den besonderen Vorteil der schnellen Wirkung, die Natriumthiosulfat darauf ausübt und den der außerordentlichen Schärfe der Endreaktionen, die eventuell durch Hinzufügung einer Stärkelösung noch erhöht werden kann. Jodkalium ist außerdem dem Zinksalz bei weitem vorzuziehen. Es läßt sich im Handel ganz frei von Iodaten erhalten, und seine Lösungen können deswegen ohne Freiwerden von Jod angesäuert werden, abgesehen von der sehr langsamen Einwirkung atmosphärischen oder aufgelösten Sauerstoffes.

Es ist natürlich nicht angängig, Jodkalium direkt zu elektrolysieren, wenn das freigewordene Jod ein Maß für den Strom abgeben soll; der Grund hierfür ist die durch Diffusion bewirkte Wiedervereinigung der Elektroden-Produkte. Durch Ansäuern kann man diese Wiedervereinigung verhindern und sogar dann, wenn sie schon stattgefunden hat, kann man in einer sauren Lösung den ursprünglichen Betrag von Jod frei machen, vorausgesetzt, daß das Jod nicht während der Elektrolyse nach der Kathode diffundieren konnte, wo es danach streben würde, sich mit dem Wasserstoff zu vereinigen und dann nicht mehr zurückzugewinnen wäre.

Eine sehr befriedigende Wirkung erhält man, wenn die Anode in eine starke wässrige Lösung von Jodkalium unter verdünnter Salzsäure eingetaucht wird, in der die Kathode hängt. Wenn die Elektroden in dieser Weise senkrecht aufgestellt werden, mit der Anode nach unten, so diffundiert das freiwerdende Jod wegen seiner großen Dichte und Löslichkeit in Jodkalium sehr langsam. Nach stundenlangem Arbeiten und selbst wenn man die Lösung später noch stundenlang stehen läßt, bleibt die Lösung oberhalb der Kathode völlig farblos und frei von Jod.

Die Jod-Kaliumzelle. Als Zelle habe ich ein mit einem seitlichen Hals versehenes Probierröhrchen (Fig. 1) benutzt, das unten in eine

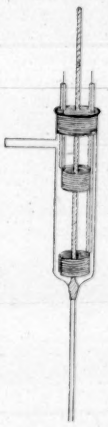


Fig. 1.

lange Kapillare ausgezogen war. In die Verbindungsstelle dieser Kapillare war ein Glasstab eingeschliffen. Das Probierröhrchen war mit einem dreifach durchbohrten Gummipfropfen verschlossen. Durch die mittlere Durchbohrung ging der geschliffene Glasstab luftdicht hindurch, aber doch nicht so dicht, daß er sich nicht in feuchtem Zustande leicht bewegt hätte. Die übrigen Durchbohrungen nehmen die Glasröhren auf, und durch diese hindurchgehende Drähte stellen die Verbindung mit den Platinelektroden her. Die Anode befindet sich am Boden der Röhre und die Kathode oben. Die Größe der Elektroden betrug in der kleinen Zelle 1.6×2.7 cm und in der großen Zelle 2.5×6 cm. Im letzteren Falle war die Kathode etwas kleiner und geriffelt. Diese Elektroden wurden zylindrisch gebogen und koaxial zu der Röhre angebracht. Die kleinere Zelle hatte einen Durchmesser von 2 cm, eine Länge von 12 cm und eine Kapillarenlänge von 7 cm. Ihre Fassungskraft betrug ungefähr 30 ccm, und ungefähr 7 ccm waren zum Bedecken der Anode notwendig. Die größere Zelle war in derselben Weise eingerichtet und bestand aus einer Röhre von 3 cm Durchmesser und ungefähr 15 cm Länge mit einer etwa 18 cm langen Kapillare. Bei einer Entfernung von 5 cm zwischen den aneinander liegenden Elektrodenkanten betrug das zum Bedecken der Kathode erforderliche

1) Zeitschr. f. phys. Chemie **6**, 97, 1890.

gesamte Volumen ungefähr 60 ccm; ungefähr 20 ccm genügten zum Bedecken der Anode. — Der Apparat wurde gefüllt, indem man den geschliffenen Glasstab in die Höhe hob und mit vermittels des Seitenansatzes vermindertem Drucke durch die Kapillare nacheinander die erforderliche Menge Chlorwasserstoff und dann die konzentrierte Lösung von Jodkalium in Wasser aufsaugte. Auf diese Weise wird die Anode in der konzentrierten Jodidlösung vollständig untergetaucht, ohne daß besonders große Mengen erforderlich wären. Der Chlorwasserstoff dient als Elektrolyt und gestattet soweit eine Trennung der Elektroden, daß die Möglichkeit einer gegenseitigen Einwirkung der Elektrodenprodukte ausgeschlossen wird.

Durch diese Füllmethode der Zelle wird das Jodid genügend angesäuert, und wenn es nicht zu schnell eingesaugt wird, gibt eine scharfe Linie die Trennung der beiden Lösungen verschiedener Dichte an. Die Elektrolyse ergibt ein quantitatives Freiwerden von Jod, wenn die Stromdichte nicht zu groß ist. In letzterem Falle wird Sauerstoff zugleich mit dem Jod entwickelt. Bei den zulässigen Stromdichten, die in der Tabelle I angegeben sind, tritt, solange das Jodkalium nicht in der Nähe der Anode zu verdünnt ist, keine Spur von Sauerstoff auf und ist die Wirkung vollständig befriedigend. Wenn das Jod frei wird, sinkt es an der Elektrode entlang und erneuert durch seine Konvektionswirkung das Jod an der Oberfläche der Elektrode ohne die geringste Störung der oben schwimmenden Säure. Wenn die Stromdichte das angegebene Maximum nicht überschritten hat oder wenn die Dauer des Stromdurchgangs nicht so groß gewesen war, daß das Jodid erschöpft worden wäre (dann würde kein Sauerstoff entwickelt werden), bleibt die oben schwimmende Flüssigkeit stets völlig farblos und frei von Jod und zeigt weiter eine scharfe Trennungslinie zwischen der Jodlösung und Säure.

Tabelle I zeigt die möglichen Stromdichten, die Potentialveränderung und die unter den gegebenen Bedingungen zulässigen Betriebszeiten, in der ersten Spalte gibt die erste Ziffer die zur Verwendung kommende Zahl von Grammen Jodkalium und die zweite Ziffer das Volumen seiner Lösung in Wasser an. In der fünften Spalte, wo zwei Ziffern angegeben sind, stellt die erste den Potentialfall in der Zelle bei Beginn des Versuchs und die zweite Zahl bei Ende des Versuchs dar. Die Zwischenzeit ist in der sechsten Spalte angegeben. Ein Stern nach den Ziffern der sechsten Spalte bedeutet, daß der Strom bis zum ersten Auftreten von Gas an der Anode hindurchgelassen und in diesem Augenblick unterbrochen wurde. Es ist augenscheinlich, daß das Freiwerden von Jod eine Zeitlang vor dem Auftreten dieses Gases nicht mehr quantitativ ist; die Sicherheitsgrenze hängt von der Stromdichte ab. Innerhalb dieser Sicherheitsgrenze ist der Potentialanstieg auch nicht so groß wie der in der fünften Spalte angegebene. Der Potential-

Tabelle I.

a) Kleine Zelle: Durchmesser der Zelle = 2 cm. Länge der Zelle = 12 cm. Elektroden 1,6 × 2,7 cm. Entfernung zwischen den aneinanderliegenden Elektr.-Kanten.

	KJ Gramm in cc der Lösung	HCl (1 : 4) cc	Stromstärke Amp. (annäh.)	Stromdichte (annäh.) Amp./cm²	Potentialdifferenz Volts	Betriebszeit Minuten	
1	1 in 5	nicht gemessen	0,13	0,015	2,25	22*	
2	2 „ 5	„ „	0,13	0,015	2,00	35*	
		„ „	0,25	0,029	—	15	
3	2 „ 7,5	„ „	0,40	0,046	—	2 mehr	
		„ „	0,5	0,058	—	4½ mehr*	
4	2 „ 7,5	„ „	0,5	0,058	7,1— 7,8	15*	
5	2 „ 7,5	20	0,5	0,058	3 — 4,7	13*	Festes Jod an der Anode
6	4 „ 7,5	5	0,5	0,058	5 —12,5	47*	Festes Jod an der Anode; Alkalische Lösung
7	5 „ 7,5	20	0,5	0,058	2,4— 4,8	85*	Festes Jod in groß. Menge an der Anode
8	5 „ 7,5	20	0,5	0,058	2,6— 5,8	54*	

b) Große Zelle: Durchmesser der Zelle = 3 cm. Länge der Zelle = 15 cm. Elektrode (Anode) 2,5 × 6 cm. Entfernung zwischen den aneinanderliegenden Kanten 5 cm.

9	5 „ 20	40	0,5	0,017	2 —3,5	41*	Festes Jod an der Anode
			0,5	0,017	1,5—2,5	91	
10	10 „ 20	40	1,0	0,033	4,1 —4,7	2 mehr	
			1,5	0,050	5,7	1 mehr*	Festes Jod an der Anode

* Gas an der Anode entwickelt.

fall in der Zelle nimmt nach den ersten Minuten, während deren er bedeutend schneller ansteigt, stetig und sehr regelmäßig zu. Kurz bevor dem Auftreten des Gases steigt das Potential natürlich ganz schnell an. Die allmähliche Potentialveränderung liegt zweifellos an dem erhöhten Widerstande der Chlorkaliumlösung, die während der Elektrolyse an der Grenze der beiden Lösungen gebildet wird. Dieser Teil der Zelle, besonders der kleinen, wird stets von dem Strom beträchtlich erwärmt und eine leicht kenntliche Linie erhöhter Lösungsdichte, die aber vollständig farblos ist, geht allmählich an der Röhre hinauf, und zwar während eines einstündigen Betriebes bis zu einer Entfernung von mehreren Zentimetern. Bei dem siebenten Versuch wurde die Lösung ganz warm und erschienen kleine Gasbläschen an der Glaswand, lange bevor irgendein Anzeichen von Gasentwickelung an der Anode zu erkennen war. Um die Richtigkeit der Vermutung zu prüfen, daß dies nur aufgelöstes Gas war, wurde der achte Versuch mit einer Zelle ausgeführt, die sich in einem Wasserbad auf 9° befand. Unter diesen Umständen trat kein Gas auf, bis es an der Anode zur Entwickelung kam. Dieser Versuch zeigt auch, daß die Erwärmung der Lösung jedenfalls nur ein Vorteil sein kann, was zweifellos der schnelleren Diffusion des Jodids oder der größeren Löslichkeit des Jods zuzuschreiben ist. In den Versuchen 3 und 10 wurde der Strom variiert; die Betriebszeit für jede Stromintensität ist in der sechsten Spalte angegeben.

Drei Bestimmungen mit zwei kleinen Zellen in Serie, von denen jede zwei Gramm Jodkalium in 7,5 ccm bei einer Stromdichte von 0,015 amp. 2 cm enthält, zeigten folgende befriedigende Übereinstimmung in bezug auf die erforderliche Menge Thiosulfat:

a) { 31,55 ccm / 31,58 „ } b) { 28,60 ccm / 28,66 „ } c) { 16,62 ccm / 16,60 „ }

Ein Vergleich zwischen den mit zwei von den Jodvoltametern in Serie und mit einem oder mehreren Kupfer-Voltametern erzielten Werten ist in Tabelle II gegeben. Das Titrieren wurde in diesem Falle nicht sorgfältig ausgeführt und auch die Lösungen nicht mit derselben Sorgfalt normalisiert, die charakteristisch für spätere Bestimmungen war, wie sich dies aus dem Folgenden ergeben wird:

Normallösungen. Natrium-Thiosulfat ist das geeignetste Mittel für das Titrieren von Jod, ist aber dann, wenn große Genauigkeit gewünscht wird, keine sehr befriedigende Normalsubstanz. Das Salz ist leicht in ganz reinem Zustande zu erhalten, es besteht jedoch jederzeit einige Ungewißheit in betreff des fremden Wassers, das die Kristalle enthalten können. Außerdem erfährt es bei langem Stehen, besonders wenn es dem Licht ausgesetzt ist, eine leichte Zersetzung, wobei Schwefel abgeschieden wird. Diese Zersetzung ist jedoch so langsam, daß die Lösung im Dunkeln monatelang ganz konstant erhalten bleibt. Bei allem Titrieren, ausgenommen bei nur relativem Arbeiten, wandte ich eine annähernd dezinormale Lösung von Natrium-Thiosulfat an, die gegen arsenige Säure vermittels einer Jodlösung normalisiert worden war. Die reinste erhältliche arsenige Säure wurde dreimal aufs neue sublimiert und aus einer Wägeflasche ausgewogen. Diese Lösung war nur annähernd dezinormal. Das Gewicht der arsenigen Säure wurde sorgfältig bestimmt und auf sein Gewicht im Vakuum reduziert. Die Lösung wurde in einer kalibrierten Flasche bis auf einen Liter genau bei einer Temperatur von 20° hergestellt. Eine direkte Anwendung von Arseniklösung zum Titrieren ist nicht wünschenswert, da sie einen Überschuß von Bikarbonat erfordert und die Gefahr, daß beim Neutralisieren Jod verloren gehen könnte, eine komplizierte Reihe von Stufen erfordert. Außerdem ist die Endreaktion bei Anwendung von Stärke weit langsamer bei Arsenik- als bei Thiosulfat. Bei letzterem ist sie so ziemlich momentan.

Das Titrieren. Das Titrieren wurde in Erlenmeyerschen Kolben vorgenommen. Beim Füllen der Zelle wurde darauf geachtet, daß die letzte Jodidlösung bis zu der geschliffenen Glasverbindung gesogen wurde, ohne jedoch Luft einzulassen, die die Lösungen hätte aufrühren können. Um jeden Verlust an Jod zu vermeiden, der von beträchtlicher Undichtigkeit der Verbindung oder vom Verdampfen

Tabelle II.

	Jod-Voltameter									Cu-Voltameter	
	Entfernung zwischen Elektroden cm		KJ Gramm pro cc	Stromstärk. Amp.	Amp./cm²	Zeit, Min.		$Na_2S_2O_3$ cc	Kupferäquiv. Gramm	Kupfer Gramm	Amp./cm²
1	(a) 5		4 in 7,5	0,5	0,058	25		73,90	0,2391	0,2379	0,013
	(b) 1		4 „ 7,5					73,72	0,2385		
2	(a) 5		4 „ 7,5	0,5	0,058	45		132,87	0,4202	0,4199	0,013
	(b) 5		4 „ 7,5					132,71	0,4198	0,4203	
3	5		5 „ 7,5	0,5	0,058	45		134,21	0,4244	0,4234	0,013
										0,4240	

aus der konzentrierten Lösung hätte herrühren können, wurde der Erlenmeyersche Kolben, das ungefähr 155 ccm Wasser enthielt, während der Elektrolyse unterhalb der Zelle angebracht. Der Kapillaransatz der Zelle (Fig. 1) reichte bis auf den Boden des Becherglases. Wenn die Undichtigkeit des Glasschliffes so groß war, daß die Jodlösung während eines Versuchs an der ganzen Länge der Kapillare hinabsteigen konnte, wurde die Verbindung mit feinstem Schmirgel frisch geschliffen. Unter solchen Umständen ist ein Verlust von Jod unmöglich.

Nach Abstellen des Stromes wurde der Glasschliff leicht geöffnet und ließ man die Zelle sich langsam leeren. Die große Dichte der Jodlösung bewirkt es, daß sie in dem Becherglase fortdauernd mit einer Wasserschicht von beträchtlicher Tiefe bedeckt ist; die oben schwimmende Säure der Zelle wusch das Jod vollständig aus.

Eine Bürette von 50 ccm Kapazität kam zur Verwendung. Diese war sorgfältig kalibriert und zeigte eine außerordentliche Genauigkeit. Ihre Fehler weisen auf eine außerordentlich feine, regelmäßige Zuspitzung der Röhre hin. Die Einteilungen sind derart, daß genaue Abmessungen bis auf 0,02 ccm möglich sind. Ich habe mich auch wirklich beim Ablesen bis auf 0,01 ccm ganz außerordentlich sicher gefühlt; dies kam bei der Konzentration der angewandten Lösung auf etwa 0,1 mg Silber hinaus. Bei früheren Bestimmungen, bei denen mehr als 50 ccm Thiosulfat erforderlich waren, wurde die Bürette in manchen Fällen aufs neue gefüllt, was natürlich die Ablesungsfehler vermehrte. In anderen Fällen, in denen die Menge Thiosulfat annähernd bekannt war, wurde eine genügende Menge aus kalibrierten Pipetten verschiedener Größe zu den Bechergläsern hinzugegeben, so daß der erforderliche weitere Betrag weniger als 50 ccm ausmachte. Dies ist natürlich weniger genau und auch unpraktisch, wenn nicht die erforderliche Menge annähernd bekannt ist.

Bei späteren Bestimmungen kam eine Glockenbürette (Fig. 2) zur Verwendung. Diese besaß sechs Ausbauchungen von je etwa 25 ccm Kapazität, die durch kleine Röhren von ungefähr 2 bis 3 mm innerem Durchmesser miteinander in Verbindung standen. Ungefähr in der Mitte dieser Röhren wurden Marken eingeätzt, so daß ohne Parallaxenfehler Ablesungen vorgenommen werden konnten. Die Kleinheit der Röhren verhinderte ein Füllen der Bürette von oben her und um die Ungenauigkeit einer Kautschukverbindung zu vermeiden, wurde eine kleine Seitenröhre von auch etwa 2 bis 3 mm Durchmesser, die in einen Trichter *b* auslief, angeschmolzen und, wie aus der Figur ersichtlich, von einer Korkscheibe getragen. Ein auf *a* aufgesetzter Finger reguliert den Fluß beim Eingießen der Flüssigkeit in *b*, so daß Luftblasen nicht mitgenommen werden und die Bürette sich ruhig und genau füllt. Das Schrägstellen der Abflußröhre, wie angegeben, ist von großem Vorteil, da es eine Verunreinigung des Inneren der Bürette durch das Fett des Hahnes verhindert, was bei der gewöhnlichen Bürette sehr störend wirkt.

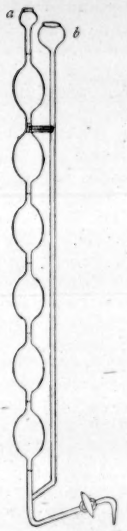


Fig. 2.

Die Ablesungen dieser Bürette sind natürlich außerordentlich genau. Sie wurde beim Bleichen des größten Teiles des Jods benutzt. Aus Erfahrung konnte ich nach der Farbe urteilen, wann die noch vorhandene Jodmenge geringer als die durch den Inhalt einer Ausbauchung gebleichte war. Wenn das Beurteilen hiervon irgendwelche Schwierigkeit bot, so konnte ein Vergleichbecher mit Jodlösung benutzt werden. Jedenfalls war die Bürette zu 50 ccm, mit der das Titrieren zu Ende geführt wurde, gleich zwei Ausbauchungen und hatte es keine Schwierigkeit, innerhalb dieser Grenze zu bleiben. Falls man zufällig den erforderlichen Betrag Thiosulfat übersteigt, kann ein gemessenes Volumen Jodlösung hinzugefügt und das Titrieren wiederholt werden, wobei dann später der Betrag Thiosulfat, der zum Bleichen des hinzugefügten Jods erforderlich ist, abgezogen wird.

Als Endreaktion wurde in allen Fällen das Bleichen der Jodfarbe ohne Stärke gewählt.

Diese ist an und für sich recht fein, und ich bin stets imstande gewesen, sie bis auf einen kleinen Bruchteil eines Tropfens zu bestimmen, wenn das Becherglas auf weißem Papier in gutem indirektem Lichte stand. Als Bestätigung der Ablesung wurden hierauf 5 ccm Stärkelösung hinzugefügt und eine schwache Purpurfarbe erzeugt. Die Feinheit dieser Endreaktion erwies sich als noch schätzenswerter als nach dem Vornehmen einer Reihe Titrationen, wie bei den Versuchen von Tabelle III, die Hinzufügung von Stärke stets fast genau dieselbe Farbenuance hervorbrachte, trotzdem ein sehr kleiner Bruchteil eines Tropfens Thiosulfat eine ganz merkliche Farbenveränderung hervorrief.

Tabelle III gibt eine Übersicht über eine Anzahl Bestimmungen der Konstanz dieses Voltameters. Zwei oder mehr Zellen wurden in Serie verbunden, und die Verhältnisse bei den einzelnen variierten wie angegeben. Die Betriebszeit betrug bei 1) bis 3) einschließlich 45 Minuten und bei 4) eine Stunde. Die Menge Salzsäure (1 : 4) wurde nicht gemessen. Es wurde genug Säure eingesaugt, um dafür zu sorgen, daß die Kathode bedeckt war, wenn die Jodidlösung angesaugt wurde, und daß die Lösung während des ganzen Versuchs sauer erhalten blieb. Das Jodid wurde ungenau gewogen. Keine der für genaue Bestimmungen nötigen Korrektionen wurde vorgenommen, und auch in bezug auf genaues Konstanterhalten der Temperatur gab ich mir keine besondere Mühe.

Tabelle IV zeigt die Ergebnisse der einzigen beiden Bestimmungen, die mit drei der Jod-Voltameter in Serie miteinander und mit einem normalen gravimetrischen Silber-Voltameter ausgeführt wurden. Die ursprünglichen Ablesungen der Büretten für das erforderliche Thiosulfat sind in der sechsten Spalte angegeben. In der siebenten Spalte ist der korrigierte Wert für die Blindbestimmungen gegeben. Eine Anzahl Blindbestimmungen für die kleine Zelle ergaben bei Benutzung von 5 g Jodid mit den in (2) angegebenen Zahlen, einen Durchschnittswert von 0,07 ccm Thiosulfat, dieses ist die auf alle kleinen Zellen angewandte Korrektion. Die große Zelle mit 10 g Jodkalium zeigte bei einer Blindbestimmung einen Durchschnittswert von 0,21 ccm Thiosulfat. Dies ist der dreifache und nicht der zweifache Wert der kleinen Zelle, wie man würde erwarten können, wenn das Ergebnis auf Rechnung von Jodatspuren im Jodid käme. Die Ungewißheit in bezug auf die durch das Jodid oder durch aufgelösten Sauerstoff oder aber durch eventuelle oxydierende Verunreinigungen der Säure freigemachten Jodmenge, läßt es weit wünschenswerter erscheinen, bekannte Gewichte Jodid und bekannte Volumina Säure zu benutzen und dann die Blindbestimmungs-Korrektion vorzunehmen und nicht dafür zu sorgen, daß vollständige Freiheit von diesen weiteren Faktoren besteht, durch die Jod frei werden kann.

Bei dem benutzten Silbervoltameter war die Kathode eine Platinschale von ungefähr 8 cm Durchmesser und 3,5 cm Tiefe. Die Anode war eine kreisförmige Silberplatte von 5,8 cm Durchmesser und 0,8 mm Dicke, die an drei über ihre Seiten gebogenen Platindrähten hing. Diese waren in Filtrierpapier eingewickelt. Die Lösung wurde aus 20 g reinen Silbernitrats hergestellt, das in 106 ccm destillierten Wassers aufgelöst war. Das ausgeschiedene Silber wurde

Tabelle III.

	Elektroden cm	Entfernung zwischen Elektroden cm	$K\mathcal{J}$ Gramm pro cc	Ampères (annähernd)	Amp./cm² (annähernd)	$Na_2S_2O_3$ cc	Unterschied cc	Unterschied Proz.
1	1,6><2,7	2	5 auf 7,5	0,5	0,058	130,84	0,17	0,13
	1,6><2,7	5	5 „ 7,5			130,67		
2	1,6><2,7	2	5 „ 7,5	0,5	0,058	128,49	0,06	0,047
	1,6><2,7	5	5 „ 8,5			128,55		
3	1,6><2,7	2	5 „ 7,5	0,5	0,058	127,36	0,10	0,078
	2,5><6,0	5	10 „ 20		0,017	127,46		
4	1,6><2,7	2	5 „ 7,5	0,5	0,058	170,67	0,23	0,135
	1,6><2,7	5	5 „ 7,5			170,67		
	2,5><6,0	5	10 „ 20		0,017	170,90		

Tabelle IV.

	Elektroden cm	Entfernung zwischen Elektroden cm	$K\mathcal{J}$ Gramm pro cc	Ampères (annäh.)	Amp./cm² (annäh.)	$Na_2S_2O_3$ cc	$Na_2S_2O_3$ mit Blindkorrektion	Silberäquivalent Gramm	Silber (im Vak.) ag-Voltameter Gramm	Unterschied Gramme Silber	Unterschied Proz.
1	1,6><2,7	2	5 auf 7,5	0,5	0,058	152,07	152,00	1,63386	1,63236	0,00150	0,092
	1,6><2,7	5	5 „ 8,5		0,058	152,06	151,99	1,63375		0,00139	0,085
	2,5><6,0	5	10 „ 20		0,017	152,19	151,98	1,63364		0,00128	0,078
2	1,6><2,7	2	5 „ 7,5	0,0	0,00	0,06					
	1,6><2,7	5	5 „ 7,5	0,5	0,058	156,40	156,33	1,68042	1,67934	0,00106	0,063
	2,5><6,0	5	10 „ 20		0,017	156,55	156,34	1,68053		0,00119	0,071

mit Wasser ausgewaschen und unter Wasser über Nacht stehen gelassen. Dann wurde es nochmals mit Wasser gewaschen und schließlich mit absolutem Alkohol vier Stunden in einem Ofen bei einer Temperatur von 160° erhitzt. Hierauf ließ man es eine Stunde lang in einem Exsikkator erkalten, bevor man zu den Wägungen schritt.

Das Titrieren bei den in dieser Tabelle verzeichneten Versuchen wurde mit erforderlicher Rücksichtnahme auf alle etwaigen Fehlerquellen ausgeführt. Die Lösungen wurden genau auf die Temperatur von 20° gebracht und das Zimmer auf dieser Temperatur erhalten. Die Büretten waren mit Chromatlösung gründlich gereinigt worden, auch hatte man natürlich für die erforderliche Zeit gesorgt, um die Ablesung der Büretten konstant zu machen. Die Ergebnisse zeigen, daß die Jod-Voltameter sogar nach der Blindbestimmungs-Korrektion um 0,06 bis 0,09 Proz. höher zeigen, daß sie aber miteinander bis auf eine Genauigkeitsgrenze von etwa ein Zehntausendstel übereinstimmen.

Sloanesches Physikalisches Laboratorium; Yale-Universität, 5. Juni 1905.

(Aus dem Englischen übersetzt von Alfred Gradenwitz.)

(Eingegangen 30. Juni 1905.)

Nachtrag zu meinem Bericht über das Gesetz der korrespondierenden Zustände.

Von Hans Happel.

Wie mir Herr W. H. Keesom freundlichst mitteilte, ist mir bei meinem Bericht über das Gesetz der korrespondierenden Zustände (diese Zeitschr. **6**, 389, 1905) ein Resultat seiner Doktordissertation (Leiden 1904) entgangen. In dieser Arbeit werden unter anderem Kohlensäure, Sauerstoff und Gemische beider Stoffe in bezug auf ihr Verhalten zum Theorem der übereinstimmenden Zustände miteinander verglichen. Keesom findet, daß die Abweichungen, welche die reduzierten Isothermen der Gemische von denen der komponierenden Stoffe zeigen, größer sind als die, welche sich bei der Vergleichung der Einzelbestandteile unter sich ergeben.[1]) In meinem Referate würden diese Zeilen bei der Besprechung des Verhaltens der Gemische zum van der Waalsschen Gesetze einzufügen sein.

1) Keesom, Dissertation Leiden 1904, S. 107 und Stelling l. Siehe auch: Keesom, Comm. from the phys. Lab. Leiden **88**, 66, 1903.

(Eingegangen 13. August 1905.)

BESPRECHUNGEN.

A. Riedler, Groß-Gasmaschinen. 4. IV u. 193 S. mit 130 Abbildungen. München, R. Oldenbourg. 1905. M. 10.—

Das vorliegende mit 130 Abbildungen im Text versehene vornehm ausgestattete Buch umfaßt elf Abschnitte und versucht einen Überblick über die Entwicklung der Gasmaschine zur Energiequelle für den Großbetrieb sowie über den gegenwärtigen Stand des Baues von Großgasmaschinen zu geben. Abschnitt I behandelt Gasmaschinen ohne Gemengeverdichtung, worauf in II und III die Arbeitsverfahren des Viertaktes und des Zweitaktes erörtert sind; daran schließen sich in IV einige Betrachtungen über den Einfluß von Patenten auf den Gasmaschinenbau. Die nun folgenden ausführlicheren Abschnitte V und VI wollen „vor der fachwissenschaftlichen Öffentlichkeit die konstruktiven und die Betriebsgrundlagen" der Viertakt- und Zweitaktmaschinen besprechen, und zwar sind von diesen letzten nur die Maschine von Oechelhaeuser und die von Körting in den Rahmen der Darstellung hineingenommen. In VII und VIII ist eingehend die doppeltwirkende Viertaktmaschine der M.-G. Nürnberg behandelt. Sodann bringen IX und X eine größere Reihe von Angaben über „Verbrauch und Leistung der Gasmaschinen" und über „Betrieb von Gasmaschinen und Betriebserfahrungen", wobei das Gesagte sich wesentlich auf Maschinen der M.-G. Nürnberg bezieht. Abschnitt XI endlich handelt von der Berechnung des mechanischen Wirkungsgrades und der Leistung von Gasmaschinen.

Der Verfasser, dessen Stellungnahme zu der Frage nach der unbedingt besten Bauart unter den gegenwärtig verwendeten Großgasmaschinen in der fachwissenschaftlichen Öffentlichkeit vielseitigen entschiedenen Widerspruch hervorgerufen hat, stellt in der Einleitung des vorliegenden Buches den Grundsatz auf, daß zur Beurteilung von Gasmaschinen und von Maschinen überhaupt der allein richtige, maßgebende Standpunkt der des verständigen Betriebsingenieurs sei. Das ist an sich gewiß zu billigen, aber man gewinnt keineswegs den Eindruck, daß dieser Standpunkt vom Verfasser selbst durchweg vertreten werde. Vor allem gilt dies von den die Zweitaktmaschine behandelnden Abschnitten III und VI, in denen der Verfasser mit seinen Betrachtungen eine spekulativ theoretisierende Richtung einschlägt, die mi dem vorher gekennzeichneten Standpunkt nichts gemein hat und in der auch für die Klärung der angeschnittenen Frage nichts ausgerichtet wird. So sind z. B. die hier ausführlich ent-

wickelten Bedenken gegen angebliche Schwierigkeiten hinsichtlich der Konstruktion und des Betriebes durch die an Zweitaktmaschinen gewonnenen Betriebsergebnisse schon seit längerem als hinfällig nachgewiesen. Außerdem sind dem Verfasser in diesen Abschnitten verschiedene auffallende Irrtümer unterlaufen. Die Folgerung z. B., daß aus wirtschaftlichen Gründen mit der erreichbaren niedrigsten Spül- und Ladespannung gearbeitet werden müsse, ist unrichtig, wie Referent an anderer Stelle[1]) ausführt.

Ferner sind in der Darstellung der Einströmungsvorgänge grundsätzliche Fehler vorhanden, und das gleiche ist von den Ausführungen über Auslaßventile und Ausflußgeschwindigkeiten, über Regelung, Steuerung, Anordnung der Ladepumpen zu sagen.

Während so die Abschnitte III und VI eine unzureichende Beherrschung und recht oberflächliche Bearbeitung des Stoffes verraten, geht aus den Abschnitten VII bis X zur Genüge hervor, daß in bezug auf die darin besprochenen Maschinen bestimmter Bauart dem Verfasser umfangreiche und schätzbare Angaben hinsichtlich der konstruktiven Entwicklung und der an solchen Maschinen gewonnenen Betriebsergebnisse zugänglich gewesen sind. Die hierin enthaltenen klar ausgeführten Zeichnungen und photographischen Abbildungen weisen eine Anzahl gut durchdachter und sorgsam behandelter konstruktiven Einzelheiten auf und vermögen so zur Beurteilung der dadurch erläuterten bestimmten Bauart Wertvolles beizutragen. Für die richtige Einschätzung der unzweifelhaften Verdienste, die den Erbauern dieser Maschine zuzuerkennen sind, muß aber wohl in Betracht gezogen werden, daß entgegen der Darstellung des Verfassers die von ihm mehrfach ironisch zitierten „Spezialisten" ein gut Teil wertvoller Vorarbeiten geleistet haben, indem dadurch für eine Menge von Einzelheiten, z. B. für die Ventile, die Stoffbüchsen, die ganz wesentliche Ausbildung der Zündung, die wichtige Kühlungsfrage, die Regelung u. a. m. die konstruktiven Grundbedingungen ermittelt wurden. Ohne dies wäre die Konstruktion einer Großgasmaschine nach den Grundsätzen des Dampfmaschinenbaues ein zu durchschlagendem Mißerfolg führendes Unterfangen gewesen.

Besonderes Interesse erwecken in Abschnitt VIII die Berichte über zwei Betriebsunfälle; hinsichtlich des zweiten davon gelangt der Verfasser leider nur zu dem Schluß, daß hier jeder Versuch einer Erklärung der Bruchursache ohne positives Ergebnis bleibe.

Die in Abschnitt IX erhobenen Einwände gegen Versuche von Professor Dr. E. Meyer erscheinen durchaus unstichhaltig. Die Eichung einer Gasuhr, wie sie bei diesen Versuchen benutzt wurde, läßt sich mit Hilfe eines Gasbehälters von 10 cbm Inhalt ausreichend genau durchführen. Bei der unmittelbaren Messung des Gasverbrauchs mit Gasometern von bedeutendem Rauminhalt, etwa 1000 cbm oder mehr, sind vielfach weit stärkere Fehlerquellen tätig. Aus dem Umstande, daß die Ablesung an der Gasuhr dieselben Ergebnisse liefert, gleichgültig, ob der Gasometer zwischen Maschine und Gasuhr oder hinter dieser eingebaut ist, darf nicht ohne weiteres gefolgert werden, daß dieser Gasometer als Druckausgleicher unwirksam sei. Das ist offenbar ganz willkürlich und gekünstelt. Ungezwungen und naheliegend ist in diesem Falle doch nur der Schluß, daß hier eben die Gasschwingungen im Saugrohr die Genauigkeit der Angaben der Gasuhr nicht zu beeinträchtigen vermochten. Die Behauptung, daß Gasuhren infolge der Gasschwingungen im Saugrohr „stets viel zu kleine Werte anzeigen", ist nach den Erfahrungen, die Referent während seiner praktischen Ingenieurtätigkeit bei der Untersuchung von Gasmaschinen gesammelt hat, durchaus unzutreffend. Gasuhren können allerdings unrichtig zeigen, und zwar scheint dies dann der Fall zu sein, wenn Schwingungen des Sperrwassers in der Gasuhr mit den im Saugrohr auftretenden Gasschwingungen in Resonanz kommen und zu erheblicher Stärke anwachsen. Das tritt aber verhältnismäßig selten und auch dann nur zeitweise ein. Überdies kann dabei die Gasuhr auch zu große Werte anzeigen. Über diese Tatsachen scheint der Verfasser nicht ausreichend unterrichtet zu sein.

Das im Abschnitt XI betreffs des mechanischen Wirkungsgrades Gesagte ist vom Standpunkte wissenschaftlicher Auffassung nicht zu billigen. Ausführungen, wie die auf S. 191 in der Mitte, sind mit dem von einem solchen Buche zu fordernden Ernste sachlicher Behandlung nicht zu vereinbaren. Auch der Auffassung des Verfassers, daß die von ihm gewollte Art der Berechnung eben deshalb gelten müsse, weil sie für die Dampfmaschine üblich sei, muß bei der grundsätzlichen Verschiedenheit beider Kraftmaschinen hinsichtlich der Wirkungsweise entschieden widersprochen werden.

Das Buch böte mehr, wenn der Verfasser seine Ausführungen auf den in den Abschnitten VII bis X enthaltenen Stoff beschränkt hätte, der über die vervollkommnete Viertaktmaschine vielfach neue und fesselnde Angaben liefert und dem er eine besonders sorgfältige Behandlung hat zuteil werden lassen.

Danzig, den 2. April 1905. A. Wagener.

(Eingegangen 5. April 1905.)

1) Die Gasmotorentechnik. Berlin 1904.

Ernst A. Brauer, Festigkeitslehre. Kurz gefaßtes Lehrbuch nebst Sammlung technischer Aufgaben. gr. 8. XI u. 247 S. mit 292 Abbildungen im Text. Leipzig, S. Hirzel. 1905. M. 8.—. Gebunden M. 9.—.

So zahlreich die Schriften über Festigkeitslehre in der deutschen technischen Literatur sind und so stark sie sich von Tag zu Tag vermehren, so können doch nur wenige dieser Bücher eine selbständige Bedeutung beanspruchen. Die meisten Verfasser begnügen sich noch heute mit einer ganz elementaren Behandlung des Gebietes auf Grund eines geringen und oft veralteten Versuchsmaterials in der Art des Weisbachschen Werkes und gehen ohne Rücksicht auf die Fortschritte der letzten Jahre in experimenteller und theoretischer Beziehung allen schwierigen Problemen einfach aus dem Wege.

Diese Bahn wurde in Deutschland schon 1866 von Grashof verlassen, der wohl unter dem Einfluß französischer Forscher, wie Lamé und de St. Vénant, seiner für Ingenieure bestimmten Festigkeitslehre (2. Aufl. 1878) eine umfassende theoretische Grundlage gab und eine Fülle schwieriger Aufgaben der Bau- und Maschinentechnik in mustergültiger Weise behandelte. Leider war seine Darstellungsweise um so weniger geeignet, sich Freunde zu erwerben, als er das Experiment ganz bewußt beiseite schob und seine stets sehr allgemein gehaltenen Entwicklungen nur spärlich durch Figuren unterstützte. Daher wirkten Schriften, wie die „Angewandte Elastizitäts- und Festigkeitslehre" von Tetmajer (1. Aufl. 1888, 3. Aufl. 1905) und die „Elastizität und Festigkeit" von Bach (1. Aufl. 1889, 5. Aufl. in Vorbereitung), in denen das „tatsächliche Verhalten der Materialien" nach den Versuchen von Bauschinger, Wöhler u. a., vermehrt durch die der Verfasser, selbst zu seinem Rechte kam, geradezu erlösend und verdrängten in kurzer Zeit die Grashofsche Methode. Insbesondere hat der von Bach in der Vorrede zur 1. Auflage seines Buches ausgesprochene Grundsatz „die einzelnen Entwicklungen so viel als tunlich für sich allein verständlich durchzuführen und den hierzu erforderlichen mathematischen Apparat unter Heranziehung von Versuchen nach Möglichkeit zu beschränken" in der praktischen Technik rasch allgemeine Anerkennung gefunden. Daß man damit eine Fülle schwer errungener theoretischer Erkenntnis ausschaltete, wurde zunächst unter dem Eindruck eines überwältigenden Versuchsmaterials an bekannten und neueingeführten Baustoffen (z. B. Flußeisen) übersehen und so lange kaum empfunden, bis die ausführende Technik selbst Probleme stellte, zu deren Bewältigung die bloße Kenntnis des statischen Verhaltens der Körper bis zum Bruche nicht mehr ausreichte. Ereignisse, wie der Einsturz der Mönchensteiner Brücke und der Bruch zahlreicher Schraubenwellen von Schiffen ließen sich damit ebensowenig erklären, wie die Selbsteinstellung rasch rotierender Dampfturbinenwellen, und erforderten dringend eine dynamische Behandlung. Diese aber stellte an die mathematische Gewandtheit der Ingenieure entschieden höhere Ansprüche, als sie durch das Bachsche Werk vermittelt wurden. Da erschienen gerade zu rechter Zeit (1897) die Vorlesungen von Föppl über Festigkeitslehre, in denen die theoretische Seite des Gebiets und zwar in voller Erkenntnis der neuen Aufgaben der Praxis wieder betont wurde, ohne daß die inzwischen gewonnene Ausdehnung des Erfahrungsstoffes vernachlässigt zu werden brauchte. Man kann wohl sagen, daß sich kaum zwei Werke so gut ergänzen, wie diejenigen von Bach und Föppl, eben weil sie von ganz verschiedenen Gesichtspunkten aus geschrieben wurden.

Diesen Schriften reiht sich nun die vorliegende „Festigkeitslehre" von Prof. Brauer an, dem Amtsnachfolger Grashofs an der techn. Hochschule zu Karlsruhe, an der früher auch Clebsch über Elastizitätstheorie gelesen hatte. Dieser Tradition entsprechend tritt in dem Brauerschen Buche die Strenge in den Entwicklungen wieder deutlich hervor, allerdings im Gegensatz zu Grashof, unterstützt durch eine gefällige Darstellung und durch eine Menge gut ausgeführter Figuren. Nach einer Einleitung über die Grundbegriffe wird in getrennten, in zahlreiche Paragraphen übersichtlich geteilten Abschnitten nacheinander der geometrische und mechanische Zustand eines deformierten Körperelements sowie der Zusammenhang beider besprochen, wobei das Hauptspannungsnetz der Trajektorien und die von Lamé gegebenen Gleichungen besonders hervorgehoben werden, da sie später mehrfach Verwendung finden sollen. Daran schließt sich der einachsige Spannungszustand (Zug, Druck und Biegung) gerader Stäbe, die Biegung krummer Stäbe mit den Sätzen von Maxwell und Castigliano über die schon früher eingeführte Formänderungsarbeit und der mehrachsige Spannungszustand von Stäben. Die in diesem Abschnitt behandelte Torsion von Stäben mit nicht kreisförmigem Querschnitt erweckt besonderes Interesse im Hinblick auf die erst vor kurzem in der Zeitschrift f. Math. u. Physik publizierte Methode von Prandtl und Henneberg. Die Untersuchung wandförmiger Körper, d. h. der Gefäße unter Druck, schließt sich wieder mehr an Grashof an, indessen geht der Verf. mit der Lösung einiger praktisch wichtiger Probleme, z. B. der Wasserbehälter, wesentlich über seinen Vorgänger hinaus. Die

dickwandigen Gefäße (Geschützrohre) und rotierenden Scheiben haben in dem Abschnitt über Körper von gedrängter Form Aufnahme gefunden, an welchen sich noch einige Bemerkungen über die Anwendung der Modelltheorie auf die Festigkeitslehre und die sog. Festigkeitsgefahr anschließen.

Ein näheres Eingehen auf diese letztere 1900 von Mohr angeschnittene Frage liegt allerdings außerhalb des in der Vorrede entwickelten Programms des Buches. Dasselbe gilt auch von der Untersuchung elastischer Schwingungen, welche der Verfasser wohl der reinen Mechanik zuweist, obwohl diese Vorgänge auf die Wöhlerschen Versuche über die Ermüdung wiederholt beanspruchter Materialien einiges Licht zu werfen geeignet sind. Diese an sich gewiß berechtigte Beschränkung des Lehrstoffs hat weiterhin einen überraschend mäßigen Umfang des Werkes zur Folge, trotzdem noch im Anhang eine große Zahl von Übungsbeispielen zusammengestellt sind, deren Bearbeitung den Studierenden nicht genug empfohlen werden kann.

Jedenfalls haben wir es in der Brauerschen Festigkeitslehre mit einem durchaus eigenartigen, wohldurchdachten Werke zu tun, welches sich würdig an die Schriften von Grashof und Föppl anreiht und als eine Bereicherung der technischen Literatur warm zu begrüßen ist.

H. Lorenz.

(Eingegangen 13. Mai 1905.)

A. Nouguier, Précis de la Théorie du Magnétisme et de l'Électricité. XII und 403 S. Paris, Librairie Ch. Béranger. 1905. Fr. 12,50.

Mit besonderer Freude weise ich die Leser der Physikalischen Zeitschrift auf das schöne Werk von Nouguier hin, dessen Lektüre mir einen großen Genuß bereitet hat. Die Darstellung ist, ohne jemals weitschweifig zu werden, durchweg von außerordentlicher Klarheit. Zahlreiche Literaturangaben erleichtern das Quellenstudium. Die Ausstattung ist vorzüglich. Mehr zum Lobe dieses Buches zu sagen, wäre überflüssig; die beste Empfehlung ist das Buch selbst. Die Veranstaltung einer deutschen Ausgabe wäre m. E. ein für Publikum und Verleger gleich lohnendes Unternehmen. Max Iklé.

(Eingegangen 14. Mai 1905.)

Atti del Congresso Internazionale Storico. Vol. XII. Storia delle Scienze Fisiche, Matematiche, Naturali e Mediche. 8. XXIV und 330 S. Roma, Ermanno Loescher e Co. 1904. 10 L.

Etwas verspätet erscheint dieser Bericht über die Verhandlungen des Kongresses, welcher vom 1. bis 9. April 1903 in Rom getagt hat, und dessen Ziel die Pflege der geschichtlichen Forschung in den einzelnen Disziplinen der Wissenschaft bildete. Da in neuerer Zeit auch in Deutschland man sich eifriger mit der Geschichte der Wissenschaften beschäftigt, so wird das vorliegende Buch sicherlich auch bei uns seinen Leserkreis finden und sich manche Freunde erwerben. Es seien deshalb Interessenten auf das Erscheinen des Bandes aufmerksam gemacht. Die zum Abdruck gelangten Vorträge sind teils in italienischer, teils in französischer, zum Teil auch in deutscher Sprache gehalten und wiedergegeben worden.

Berlin-Schöneberg, im Mai 1905.

Max Iklé.

(Eingegangen 14. Mai 1905.)

A. Höfler, Zur gegenwärtigen Naturphilosophie. (Heft 2 der Abhandlungen zur Didaktik und Naturwissenschaften.) Lex. 8. 136 S. Berlin, J. Springer. 1904. Mk. 3.60.

Das außerordentliche Aufsehen, welches die „Vorlesungen über Naturphilosophie" von W. Ostwald in physikalischen Kreisen gemacht haben, hat den Verfasser veranlaßt, der Berechtigung der in dieser Schrift so wohl wie in den „Annalen der Naturphilosophie" niedergelegten Anschauungen über das Wesen der Energie mit kritischer Schärfe gegenüberzutreten. Es ist unmöglich, ein genaueres Bild von dem Inhalt der überaus anregenden und bedeutsamen Höflerschen Arbeit zu geben, auf deren Lektüre wir jeden verweisen möchten, der sich für derartige Fragen ernsthaft interessiert.

Nach einer wesentlich historischen Einleitung knüpft Höfler an Ostwalds Behandlung seiner mechanischen Energien eine Reihe prinzipieller, die gesamte Energetik betreffender Erörterungen an, in dem er gleichzeitig die Kritik, welche F. Poske an der Auffassung Ostwalds (namentlich hinsichtlich der Meßbarkeit der Bewegungsenergie) ausgeübt hat, mit hineinzieht und ausführlich auf diese in einem für Poske günstigen Sinne eingeht.

Weiter wird alsdann die philosophische Grundlage der Ostwaldschen Anschauungen besprochen, wobei der Verfasser sich insbesondere gegen die Beseitigung der Begriffe „Materie, Äther, Kraft" und deren von Ostwald versuchten Ersatz durch die Energie wendet. Auch die Erkenntnistheorie Ostwalds, sein Erfahrungsbegriff wird einer Beleuchtung unterzogen; hierbei stimmt Höfler der Auf-

fassung des Wesens der Philosophie als der einer empirischen Wissenschaft zu, ohne indes einer Negierung jeder Erkenntnis a priori beizupflichten. Ebensowenig kann der Verfasser in den Ostwaldschen Losungsruf: „keine Hypothesen" mit einstimmen.

In einem zweiten Teile entwickelt der Verfasser seine eigenen erkenntnistheoretischen Ideen, die in dem Leitsatz gipfeln: „es gibt keine Philosophie der Natur; wohl aber eine Philosophie der Physik." — Nach einem Streifzuge in das Gebiet der Psychologie wendet er sich dann der Theorie der „Relationen und Komplexionen" zu und innerhalb derselben namentlich dem Kausalitätsbegriff, wobei er die Energie als eine Teilbedingung, als ein Glied von Kausalrelationen auffaßt.

Der Verfasser geht dann zu einer Begriffsabgrenzung der Metaphysik über, als deren Gegenstand er das „Metaphänomenale" hinstellt und läßt seine Betrachtungen in der Forderung einer Weltanschauung ausklingen, wie sie F. Poske in seiner (und Chamberlains) Arbeit über H. v. Stein zum Ausdruck gebracht hat. — Behrendsen.

(Eingegangen 29. Juni 1905.)

Jacques Guillaume, Notions d'électricité, son utilisation dans l'industrie d'après les cours faits à la fédération nationale des chauffeurs, conducteurs, mécaniciens, automobilistes de toutes industries. IX u. 351 S. mit 154 Figuren. Paris, Gauthier-Villars. 1905. Fr. 7.50.

Das vorliegende Buch soll, wie der Verfasser in der Vorrede sagt, hauptsächlich ein Lehrbuch und Nachschlagebuch für Chauffeure, Wagenführer, Mechaniker und Automobilisten sein. Aus diesem Grunde mußte er wissenschaftliche und schwierige theoretische Erörterungen möglichst vermeiden; soweit er die Theorie nicht entbehren konnte, mußte sie dem Laien leicht verständlich gemacht und durch Beispiele erläutert werden; vor allem aber mußte die praktische Anwendung der Elektrizität, die Einrichtung und Handhabung der elektrischen Maschinen den größten Teil des Buches einnehmen und an der Hand zahlreicher Zeichnungen einfach und verständlich erklärt werden.

Es ist nun dem Verfasser gelungen, das Ziel, das er sich in der Vorrede steckte, zu erreichen, d. h. ein Buch zu schaffen, daß sich gut für den Gebrauch als Lehr- und Nachschlagebuch für Chauffeure, Mechaniker usw. eignet.

Der Verfasser hat das Buch zweckmäßig in einen theoretischen und einen praktischen Teil gefaßt. Zuerst erklärt er in der Einleitung die wichtigsten theoretischen Begriffe, wie Kraft, Arbeit, Energie, sowie das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Im ersten Kapitel bringt er allgemeines über Magnetismus, Polarisation, Magnetinduktion und Hysteresis, und wendet sich dann zu den elektromagnetischen Erscheinungen. Er erklärt ferner das Ohmsche und Joulesche Gesetz, die elektrischen Einheiten, Selbstinduktion, Foucaultströme usw. Im zweiten Kapitel kommt er weiter zu Gleich-, Wechsel- und Drehstrom, Dynamomaschinen, Motoren, Transformatoren zur Verwandlung von Gleich- in Wechselstrom oder Wechsel- in Gleichstrom, Selbstinduktionsspulen etc.

Damit verläßt der Verfasser den, wie er sagt, etwas trockenen theoretischen Teil und wendet sich zur Anwendung der Elektrizitätserzeuger, zur Leitung und Nutzbarmachung der elektrischen Energie. Er bespricht die Generatoren, Leitungssysteme, Anordnung der Leitungen, die verschiedenen elektrischen Lampen, Meß- und Zählapparate, Sicherungen, und bringt etwas von der Elektrochemie auf nassem und trockenem Wege. Das fünfte Kapitel ist dann den Akkumulatoren gewidmet, und im sechsten Kapitel kommt der Verfasser schließlich zu den elektrischen Bahnen, deren Einrichtungen und Anlagen, und zu den mit Elektrizität getriebenen Automobilen.

Das Buch ist leicht faßlich geschrieben und enthält eine Menge von übersichtlichen schematischen Zeichnungen und leichtverständlichen praktischen Beispielen. Die Kathoden- und Röntgenstrahlen, Wechselströme von hoher Frequenz und Spezialapparate für Telegraphie und Telephonie hat der Verfasser als nicht in den Rahmen dieses Buches passend absichtlich übergangen.

Alles in allem dürfte der Verfasser ein seinen Zweck durchaus erfüllendes Buch geschaffen haben. Eine größere Verbreitung wird das Buch aber außerhalb Frankreichs kaum erfahren; denn es nennt nur französische Fabrikate, weil, wie der Verfasser in der Vorrede sagt, die französische Industrie mit der ausländischen auf diesem Gebiete konkurrieren kann, und weil deutsche, englische und amerikanische Autoren immer so tun, als ob es nur die Fabrikate ihres Vaterlandes gäbe, ein Vorwurf, dessen Vertretung dem Verfasser überlassen bleiben muß.

Berlin, im Mai 1905.

Georg Gehlhoff.

(Eingegangen 7. Juni 1905.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Es habilitierte sich: Dr. R. Oliver Herzog an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe für physiologische Chemie und Hygiene.

Ernannt wurden: Die Privatdozenten der Chemie an der Technischen Hochschule Karlsruhe Paul Eitner und Lothar Wöhler zu außerordentlichen Professoren, der a. o. Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Wiener Technischen Hochschule Dr. K. Kobes zum o. Professor, der o. Professor der Geometrie an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe Dr. phil. Friedrich Schur zum „Geheimen Hofrat".

Der etatmäßige Professor der Pysik an der Technischen Hochschule in Hannover Dr. Konrad Dieterici hat einen Ruf an die Universität Rostock erhalten.

Gestorben: Der ord. Professor für Chemie und Direktor des physikalisch-chemischen Instituts an der Universität Basel Dr. G. W. A. Kahlbaum, ferner der Professor des Eisenbahnbaues an der Wiener Technischen Hochschule in Graz Dr. R. Peithner v. Lichtenfels.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1905/06.

Technische Hochschule Aachen.

Wüllner: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Magnetismus und Elektrizität, 6; Physik in mathematischer und experimenteller Behandlungsweise, 3; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Hagenbach und Bernoulli), tägl. — **Hagenbach**: Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalische Technik, 2; Experimentalphysik: Mechanik, Elektrizität, Magnetismus, 2; Physikalische Chemie, 2. — **Polis**: Meteorologie I, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie I, 1; Meteorologische Technik, 1; Übungen im Meteorologischen Observatorium. — **Grotrian**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 5; Theoretische Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum. — **Rasch**: Elektrische Arbeitsübertragung, 2; Entwerfen dynamoelektrischer Maschinen und Transformatoren, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Hamacher**: Praktische Telegraphie und Fernsprechwesen, 2. — **Finzi**: Ausgewählte Kapitel aus der Elektrotechnik, 1. — **Herrmann**: Mechanische Technologie I, 3; Fabrikanlagen und Arbeitsmaschinen, 2, Zeichnen, 2. — **Weber**: Mechanische Technologie II, 4. — **Junkers**: Maschinentechnisches Laboratorium I, 1, II, tägl. — **Köchy**: Lokomotivbau II, 2; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Zeichnen, 1; Maschinenelemente, 4, Übungen, 5. — **Obergethmann**: Berg- und Hüttenmaschinen, 6, Übungen, 6. — **Pinzger**: Ausgewählte Kapitel aus dem Maschinenbau, 6, Zeichnen, 2; Kinematik, 2. — **Lutz**: Automobile Verbrennungsmaschinen, 3, Übungen, 2; Automobilbau, 2, Übungen, 2; Abriß des Maschinenbaus, 3, Übungen, 3; Heizung und Lüftung, 2; Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4. — **N. N.**: Hebemaschinen und Dampfmaschinen, 6, Übungen, 6. — **Wieghardt**: Mathematische Apparate, 1; Graphische Dynamik, 1. —

Classen: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 4; Experimentalchemie, 2; Anorganisches Praktikum (mit Clören, Hinrichsen, Köster und Salm); Elektrochemisches Praktikum. — **Bredt**: Chemie des Benzols und des Pyridins, 3; Organisches Praktikum (mit Levy). — **Rau**: Chemische Technologie, 4; Entwerfen von chemischen Fabrikanlagen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Strutz und Hahn). — **Kapff**: Färberei und Textilchemie, 2. — **Hinrichsen**: Über flüssige und feste Lösungen, 2; Chemische Atomistik (einschließlich Radiochemie), 1. —

Jürgens: Höhere Mathematik I: Differentialrechnung und analytische Geometrie der Ebene, 8 und 4, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 2; Kaufmännisches Rechnen, mit Übungen, 2; Versicherungsmathematik, mit Übungen, 2. — **Blumenthal**: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Kötter**: Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Graphische Statik, 3, Zeichnen, 2. — **Sommerfeld**: Mechanik I, 5, Übungen, 1, II, 3, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Mechanik, 2 *g*. — **Schumann**: Geometrie I, 3, II, 2; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen und Geodätisches Praktikum II, 4; Ausgewählte Kapitel der Geodäsie, 1 *g*; Eisenbahntracieren, 2. — **Haußmann**: Markscheiden und Feldmessen, 4; Übungen, $^1/_2$ Tag; Markscheiderische Zeichen- und Rechenübungen, 2; Ausgleichungsrechnung, 2, Übungen, 1; Markscheiderisches Seminar, 2; Enzyklopädie der Markscheidekunde, 2. —

Universität Basel.

Hagenbach-Bischoff: Experimentalphysik II: Licht, Wärme und Elektrizität, 6; Mathematische Ergänzungen, 1 *g*. — **VonderMühll**: Analytische Mechanik, mit Übungen, 4; Ein Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. — **Veillon**: Übungen in magnetischen und elektrischen Messungen, 2; Repetitorium der Experimentalphysik, 1. —

Nietzki: Chemisches Vollpraktikum (mit Rupe und Fichter), tägl.; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 3; Chemisches Kränzchen (mit Rupe und Fichter), 1 *g*. — **N. N.**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen physikalischen Chemie, $1^1/_2$: Physikalisch-chemisches Praktikum, tägl.; Kolloquium über theoretische Chemie, 1 Nachmittag *g*. — **Rupe**: Organische Experimentalchemie, 5. — **Fichter**: Analytische Chemie, 2; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Übungen in der Untersuchung von Lebensmitteln, 4; Arbeiten im Laboratorium, tägl. — **Nienhaus**: Pharmakognosie, 3; Pharmazeutische Chemie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 6; Mikroskopisches Praktikum, 2; Pharmazeutisches Kränzchen, *g*. —

Kinkelin: Differential- und Integralrechnung I, 3; Bestimmte Integrale, 2; Partielle Differentialgleichungen, 2; Algebraische Analysis, 2; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Riggenbach**: Astrophysik, 2; Sphärische Trigonometrie und Einleitung in die sphärische Astronomie, 3. — **Spieß**: Algebraische Gleichungen, 2; Synthetische Geometrie, 2; Elliptische Funktionen, 3. —

Universität Berlin.

Drude: Experimentalphysik II: Optik, Elektrizität, 5; Praktische Übungen für Anfänger (mit Blasius), 7, für Pharmazeuten (mit Starke), 3; Praktische Arbeiten für Geübtere, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Warburg**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Physik, 2. — **Planck**: Theorie der Wärme, einschließlich Thermochemie und Wärmestrahlung, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Neesen**: Geometrische Optik mit besonderer Berücksichtigung der optischen Instrumente, 2. — **Jahn**: Theorie der Gase, 2. — **Blasius**: Übungen im Anschluß an das physikalische Praktikum, 1 *g*; Physikalischer Kurs für Mediziner, $3^1/_2$. — **E. Meyer**: Einführung in die moderne Maschinentechnik, 2; Technische Exkursionen, *g*. — **Weinstein**: Mechanische Wärmetheorie, 3; Gestalt und Wärme der Erde, 1 *g*. — **Pringsheim**: Interferenz und Polarisation des Lichtes, $1^1/_2$ *g*. — **Krigar-Menzel**: Theoretische Physik III: Elektrizität und Magnetismus, 4. — **Aschkinaß**: Elemente der höheren Mathematik mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung in den Naturwissenschaften, 2. — **Starke**: Elektrische Wellen (experimentell), 1. — **Martens**: Theorie und Anwendung optischer Apparate, 1 *g*. — **Börnstein**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 3; Physikalische Arbeiten für Geübtere, tägl.; Übungen in Herstellung und Gebrauch physikalischer Unterrichtsapparate, 4; Wetterkunde, 1. — **Fock**: Geschichte der Physik im 19. Jahrhundert, 1; Chemische Kristallographie, 1. — **Roth**: Einführung in die mathematische Behandlung chemischer und physikalischer Probleme, 2. — **Gehrcke**: Theorie der Wechselströme. — **Grüneisen**: Akustik, 1 *g*. — **v. Ihering**:

Maschinenkunde mit Übungen, 4. — **v. Bezold**: Allgemeine Meteorologie, 2; Über Wind und Wetter, 1 *g.*; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g.*; Meteorologische Übungen, für Anfänger, 3, für Geübtere, 12 oder 20. — **Leß**: Über die jeweiligen Witterungsvorgänge, 1 *g.*; Einführung in die Klimatologie, 1. — **Meinardus**: Meteorologische Instrumente und Beobachtungen, 1. —

Fischer: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten (mit Gabriel, Pschorr, Stock und Diels), tägl. — **Nernst**: Physikalische Chemie, 4; Anorganisch-chemisches Praktikum (mit Marckwald), tägl.; Physikochemische Übungen (mit Roth), 7; Physiko-chemische Arbeiten (mit Jahn), tägl. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g.* — **Wichelhaus**: Technologie der Steinkohle, des Gases, der Farbstoffe und anderer Produkte aus Teer, 2; Chemische Technologie, 2; Übungen im technologischen Institut, tägl. — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6. — **Liebermann**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen, tägl. — **Biedermann**: Technische Chemie II: Die organischen Stoffe, 4. — **Gabriel**: Qualitative und quantitative chemische Analyse, 2. — **Thoms**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 4; Toxikologische Chemie, $1^1/_2$; Praktische Übungen in der chemischen Analyse (mit W. Traube), tägl. — **Schotten**: Chemie der Ernährung, 2. — **H. Traube**: Mikrochemische Analyse mit Übungen, 1. — **Marckwald**: Analytische Chemie, 2. — **Rosenheim**: Ausgewählte Kapitel der speziellen anorganischen Chemie, 1; Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer und Koppel), tägl.; Praktische Übungen in der Gas- und Maßanalyse, 3. — **W. Traube**: Qualitative chemische Analyse, 1. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **Meyerhoffer**: Chemische Kinetik, 1. — **Emmerling**: Über Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung und chemische und biologische Wasseruntersuchung, 1; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner, 6. — **R. J. Meyer**: Chemie und technische Verwertung der „seltenen Erden" mit Experimenten, 1. — **Buchner**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum (mit Meisenheimer), tägl. — **Pschorr**: Chemie der Benzolderivate. — **Spiegel**: Chemie der Alkaloide, 1; Praktische chemische Übungen im pharmakologischen Institut (mit Liebreich), tägl. — **Neuberg**: Chemie der Eiweißkörper, 1; Die chemischen Vorgänge im Tierkörper, 1 *g.*; Praktischer Kursus der Chemie für Mediziner (mit Salkowski), 6. — **Sachs**: Anwendung der Farbstoffe, mit praktischen Übungen, 3. — **Koppel**: Kolloquium über allgemeine und physikalische Chemie, $1^1/_2$. — **Diels**: Chemie der aliphatischen Verbindungen, 1. — **Stock**: Repetitorium der anorganischen Chemie, 1. — **Meisenheimer**: Einführung in die Chemie der aromatischen Reihe, 2. — **Baur**: Einführung in die Lehre von den Gärungsorganismen, 2. —

Schwarz: Analytische Geometrie, 4; Theorie der analytischen Funktionen I, 4; Anwendungen der elliptischen Funktionen, 2 *g.*; Mathematische Kolloquien, 14tägig, 2 *g.* — **Frobenius**: Zahlentheorie, 4. — **Knoblauch**: Angenäherte Berechnung bestimmter Integrale, 1 *g.*; Theorie der elliptischen Funktionen, 4; Analytische Mechanik, 4. — **Lehmann-Filhés**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g.* — **Landau**: Algebra, 4. — **Schottky**: Theorie der Abelschen Funktionen, 4; Potentialtheorie in der Ebene, 2. — **Hettner**: Über unendliche Reihen, Produkte und Kettenbrüche, 2. — **Schur**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g.*; Theorie der Irrationalzahlen, 1. — **Foerster**: Geschichte der neueren Astronomie, 2; Fundamentale Ausgleichung von Zeit- und Raummessung, 2. — **Struve**: Einführung in die Theorie der Bewegung der Satelliten, 3; Theorie und Praxis der Mikrometermessungen (mit Ristenpart), 1; Astronomische Übungen, 1 *g.* — **Helmert**: Methode der kleinsten Quadrate, 1; Schwerkraft und Gestalt der Erde, 1 *g.* — **Bauschinger**: Einleitung in die Mechanik des Himmels, 3; Berechnung der Fixsternörter, 1 *g.* — **Scheiner**: Einleitung in die Astrophysik (allgemeinverständlich), 3; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g.* — **Marcuse**: Allgemeine Himmelskunde mit Lichtbildern, $1^1/_2$; Theorie und Praxis geographisch- und nautisch-astronomischer Ortsbestimmungen, einschließlich der bei Forschungsreisen vorkommenden Aufgaben, mit Übungen, 2; Kolloquium über ausgewählte Kapitel der astronomischen Geographie und Aufgaben der geographischen Ortsbestimmung, $1^1/_2$ *g.* —

Technische Hochschule Berlin.

Kurlbaum: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 4, speziell für Praktikanten der chemischen Laboratorien, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Maßeinheiten und Meßmethoden, 2; Physikalische Maßbestimmungen und Meßinstrumente, 4. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik II, 2; Grundzüge der Potentialtheorie und ihre Anwendung in der Elektrizitätslehre, 2; Elektrische Schwingungen und Funkentelegraphie, 1. — **Krigar-Menzel**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Theorie der Wärme (Thermodynamik), 2. — **Rubens**: Experimentalphysik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium: Physikalische Messungen, 4. — **Gleichen**: Photographische Optik und Anleitung zur Berechnung photographischer Objektive, 2. — **Groß**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Wärmetheorie, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2; Gastheorie, 2; Grundzüge der Energetik, 1. — **Kaßner**: Meteorologische Einleitung in die Lehre vom Wasserbau, 1. — **Miethe**: Spektralanalyse, mit Übungen, 2; Allgemeine Photographie: Apparatenkunde, Übersicht über die gebräuchlichen photographischen Prozesse, 2; Einführung in die photographische Optik, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16; Lichtpausübungen, 2 oder 4wöchige Kurse. — **Byk**: Theoretische Photochemie II: Die Lehre von den chemischen Wirkungen des Lichtes, 2. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Elektromechanik, 2; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 4 Tage. — **Servus**: Einführung in das Studium der Elektrotechnik, 2, Übungen, 1; Die Grundgesetze der Wechselstromtechnik, 2, Übungen, 1. — **W. Wedding**: Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Enzyklopädische Elektrotechnik mit Einschluß der Elektrotelegraphie, mit Experimenten, 3. — **W. Reichel**: Einleitung in die elektrotechnische Konstruktionslehre, 2; Elektrotechnische Konstruktionslehre, 4; Übungen im Entwerfen elektrischer Apparate und Maschinen, 8; Elektrische Bahnen, Elektrische Bahn- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 3. — **Klingenberg**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 3. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Straßenbahnen, 2; Elektrische Einrichtungen moderner Zentralen und Leitungsnetze, 2. — **Vogel**: Theorie und Anwendung von Elektromotoren, 2. — **Zehme**: Elektrische Stadt- und Haupteisenbahnen, 2. — **Frölich**: Übersicht über die Elektrotechnik für Chemiker, 1. — **Riedler**: Arbeitsmaschinen, 3, Übungen, 4; Verbrennungsmaschinen, Übungen, 4. — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe: Anwendungen der Kinematik, 2. — **v. Borries**: Eisenbahn-Maschinenbau, Fahrzeuge, Oberbau, Betriebs- und Verkehrs-Anlagen, Unterhaltung, 4, Übungen, 4; Eisenbahnbetrieb und Signalwesen, 2; Kraftwagen (Automobilen), 2, Übungen 2; Eisenbahn-Maschinenwesen, 2. — **Heyn**: Mechanische Technologie I und Eisenhüttenkunde, 2; Mechanische Technologie II und Materialienkunde, 4, Übungen, 2. — **Hörmann**: Spezielle mechanische Technologie, 4; Werkzeugmaschinen, 2. — **Josse**: Wärmetechnik, 2; Übungen I im Maschinen-Laboratorium, 14tägig, 5, II, 6, III, 8. — **Kammerer**: Maschinenelemente, 4, Übungen, 8; Entwerfen von Hebemaschinen, 4; Entwerfen von schwierigeren Hebemaschinen und von Maschinen zu Verkehrsanlagen für staatliche, kommunale und industrielle Betriebe, 4. — **Ludewig**: Wasserkraftmaschinen (einschließlich Zentrifugalpumpen), 2; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen und Dampfkesseln, 4. — **Martens**: Materialprüfungswesen mit Übungen, 2, Übungen, 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen, 2, II, 4, Übungen und Festigkeits-Laboratorium, 2. — **E. Reichel**: Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Wasserkraftmaschinen, 2; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 4. — **Schlesinger**: Werkzeugma-

schinen, 2, Übungen, 4; Fabrikbetriebe und -Anlagen (mit Seminar), 2, Übungen, 4. — **Stumpf**: Dampfmaschinenbau (einschließlich Dampfturbinenbau): Kolbendampfmaschinen, 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Dynamik, 2; Angewandte Hydraulik, 2. — **Schuberg**: Elemente der darstellenden Geometrie, 1, Übungen, 3; Maschinenkunde I mit Übungen im Maschinenzeichnen: Maschinenelemente, 1, Übungen, 3, II mit Übungen im Maschinenzeichnen: Dampfmaschinen, Dampfkessel, Gasmotoren, Arbeitsmaschinen, 1, Übungen, 3; Konstruktionsübungen für Chemiker (Entwurf von Apparaten und Vorrichtungen zum Erhitzen, Kühlen, Trocknen, Zerkleinern, Mischen und Destillieren chemischer Substanzen im Großbetriebe) I und II, 1, Übungen, 3. — **Heinel**: Die Maschinen zur Gas-Verdichtung und Verflüssigung, insbesondere der Kälteerzeugungsmaschinen, 2. — **Hilpert**: Rationelle Arbeitsmethoden und Kalkulation, 2. — **Leist**: Mechanik I, 4, Übungen, 2, II, 4, Übungen, 2. —

v. Knorre: Analytische Chemie: Quantitative Analyse, 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Allgemeine Elektrochemie und Anwendung der Elektrolyse in der chemischen Industrie, 4; Abriß der technischen Gasanalyse, mit Übungen, 2. — **Liebermann**: Organische Chemie I: Die offenen Kohlenstoffketten, 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Witt**: Chemische Technologie II: Organische Verbindungen, Faserstoffe, Papier, Leder, Fette, Öle, Seifen, Beleuchtung, Trockene Destillation, Gasbereitung, Kokerei, Teer, Destillation, Holzschwelerei, Braunkohle-Steinöl, 4; Farbstoffe, Bleicherei, Färberei, Zeugdruck, 2; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **v. Buchka**: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittel-Analyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie I, 4; Abriß der Experimentalchemie, 2; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Holde**: Untersuchung pflanzlicher und tierischer Öle, Fette und Wachse, 2; Übungen in der Untersuchung von Fetten, Ölen, Wachsen und Firnissen, 2. — **Traube**: Physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1. — **Arndt**: Ausgewählte Teile der physikalischen Chemie, 1; Kolloquium über physikalische Chemie, 1. — **Börnstein**: Ausgewählte Kapitel der technisch-chemischen Analyse, 2. — **Hauser**: Chemie der selteneren Elemente mit spezieller Rücksicht auf ihre technische Verwendung, 2. — **Junghahn**: Technologie der Proteinstoffe: Albuminoide (Leder-, Leim-, Gelatinefabrikation usw.), mit Exkursionen, 2. — **Jurisch**: Übungen im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Luftrecht, 1. — **Köthner**: Grundlagen der Laboratoriumspraxis I und II, für Anfänger, 2. — **Kühling**: Repetitorium der organischen Chemie, 2. — **Simonis**: Repetitionen aus der organischen Chemie in Form von Kolloquien, 2; Organisch-chemische Arbeitsmethoden, 1; Organisch-chemische Analyse, 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Ullmann**: Arbeitsmethoden der Farbenindustrie, 1. — **Voswinckel**: Einführung in die organische Chemie, 2. — **Wolffenstein**: Die Chemie der Alkaloide, 2. —

Hettner: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Theorie der Raumkurven und Flächen, 1. — **Dziobek**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Differential- und Integralrechnung und der analytischen Geometrie, 4. — **N. N.**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Hertzer**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4. — **Jolles**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Steinitz**: Potentialtheorie, 2; Funktionentheorie I, 2; Niedere Analysis und Algebra, 2; Synthetische Geometrie, 2. — **Hessenberg**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **R. Müller**: Differential- und Integralrechnung, 4. — **Rothe**: Geometrische Anwendungen der Differentialrechnung, 2; Übungen in der Analytischen und Differentialgeometrie, 1 *g*. — **Werner**: Niedere Geodäsie, 4 und 2; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Wärme, 6; Theoretische Optik (Schluß), 1 *g*.; Repetitorium der Physik, 2; Physikalisches Praktikum, 8. — **Gruner**: Wechselstrom und Drehstrom, 1; Anwendungen der Differentialrechnung in der Physik, 1; Vektoranalysis, 1; Thermodynamik, 3. —

Friedheim: Anorganische Experimentalchemie, 6; Qualitative und quantitative Analyse (Metalle), 2; Anorganisch-chemisches Praktikum (Halbpraktikum für qualitative Arbeiten), tägl. außer Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse, 3; Chemisches Seminar (mit v. Kostanecki), 2. — **v. Kostanecki**: Organische Chemie II, 5; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Tambor**: Die Chemie der Alkaloide, 2; Repetitorium der Chemie der Fettkörper, 1. — **Mai**: Anorganisch-chemische Arbeiten; Repetitorium der anorganischen Chemie, 1; Chemische Berechnungen, 1; Kolloquium über quantitative Analyse, 1. — **Schaffer**: Lebensmittelchemie, 2; Praktikum im Laboratorium für Nahrungsmitteluntersuchung. — **Ephraim**: Kolloquium über Themata aus der anorganischen Chemie, 2. —

Graf: Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Bestimmte Integrale und Gammafunktionen mit Repetitorium, 3; Differentialgleichungen, 2; Differential- und Integralrechnung, 2; Funktionentheorie, 2; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar, 2. — **Ott**: Integralrechnung, 2; Analytische Geometrie der Ebene II, 2. — **G. Huber**: Mechanik des Himmels, 2; Einleitung in die Theorie der algebraischen Flächen, 2. — **Pexider**: Niedere Zahlentheorie, 3; Elemente der Mengenlehre, 2; Ausgewählte Partien der analytischen Zahlentheorie, 1. — **Benteli**: Darstellende Geometrie: Kurven, Strahlenflächen, reguläre Polyeder, 2; Darstellende Geometrie, Übungen und Repetitorium, 2; Praktische Geometrie I, 1; Konstruktive Perspektive, 1. — **Crelier**: Geometrie der Bewegung, 2; Synthetische Geometrie II, 2. — **Moser**: Die Intensitätsfunktion mit Anwendungen auf die Sterblichkeitsmessung, 1; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar (mit Graf), 2. —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik I: Mechanik, Allgemeine Physik, Wärme, Akustik, 5; Laboratorium für Anfänger (mit Konen und Eversheim), 8, für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Bucherer**: Interferenz und Polarisation des Lichts (experimentell), 2 *g*. — **Konen**: Physikalische Einheiten, ihr Sinn und ihre experimentelle Bestimmung, 1 *g*; Praktische Anleitung zur Ausführung einfacher Experimente (mit Eversheim), 3. — **Lorberg**: Elektrostatik und Magnetismus, 4; Theorie des Potentials, 2 *g*. — **Kaufmann**: Theoretische Mechanik, 4, Übungen, 1 *g*; Die neuen Strahlen, 1 *g*. — **Pflüger**: Dispersion des Lichtes, 1.

Anschütz: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene, sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Rimbach, Frerichs und Kippenberger), tägl., für Mediziner (mit Rimbach), tägl. außer Sonnabend. — **Rimbach**: Spezielle anorganische Chemie: Metalle und seltenere Elemente, 2; Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2; Theoretische Chemie I: Atom- und Molekulartheorie, Allgemeine Eigenschaften der Stoffe, 2; Übungen in der technischen Gasanalyse, 2 *g*; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chemischen Meßmethoden, 3 *g*; Übungen in einfachen Unterrichtsversuchen, 2 *g*. — **Schroeter**: Aufbau und Abbau von Kohlenstoffverbindungen, 2. — **Schmidt**: Analyse und Konstitutionsbestimmung organischer Körper mit Hilfe von physikalischen und chemischen Methoden, 1; Polarimetrie und Refraktometrie und ihre Anwendungen in der Chemie, mit Übungen, 1. — **Frerichs**: Pharmazeutische Chemie I (anorganisch), 3; Toxikologie (Ausmittelung von Giften), 1; Übungen im Sterilisieren von Arzneimitteln, 2 *g*. — **Kippenberger**: Chemie und Technologie der Nahrungs- und Genußmittel II, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Chemie: Zellulose und Zellulosederivate, Papierfabrikation, Sprengstoffe, 1 *g*. — **Binz**: Chemische Technologie, anorganischer Teil mit Ex-

kursionen, 2; Chemische Technologie zyklischer Verbindungen, 1. — **Löb**: Die Elektrochemie der organischen Verbindungen, 1; Physikalische Chemie II: Verwandtschaftslehre, Thermochemie, Elektrochemie, Photochemie, 2; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g*; Die Naturanschauungen der Naturforscher im 19. Jahrhundert, 1. — **Laar**: Übersicht der photographischen Kopier- und Reproduktionsverfahren, 1; Chemisch-photographisches Praktikum, *g*. —

Kowalewski: Elemente der analytischen Geometrie der Ebene und des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*; Allgemeine Funktionentheorie, 3, Übungen und Besprechungen, 1 *g*. — **London**: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1 *g*; Synthetische Geometrie, 2. — **Study**: Infinitesimalgeometrie, 4; Einleitung in die Variationsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit London und Kowalewski), 14tägig, 2 *g*. — **Küstner**: Sphärische Astronomie, 3; Fixsternkunde, 1 *g*; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer). — **Mönnichmeyer**: Methode der kleinsten Quadrate, 2. —

Technische Hochschule Braunschweig.

Weber: Experimentalphysik: Wärmelehre, Magnetismus, Elektrostatik, Elektrodynamik, Optik, 4; Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisches Praktikum (mit Prümm); Elektrizitätslehre, 2. — **Harting**: Wissenschaftliche Photographie, 2. — **Peukert**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Elektrotechnik, 4, Konstruktionsübungen, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Cruse), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (mit Cruse). — **Mosler**: Die elektrische Ausrüstung der Hebezeuge, 2. — **Franke**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Dampfmaschinenbau (mit Mackensen), 4, Übungen, 8; Berechnung und Bau der Dampfturbinen, 1. — **Friedmann**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren, 4; Maschinenelemente, 4, Übungen (mit Lawaczek), 8. — **Denecke**: Heizung und Lüftung, 2; Berechnung und Bau der Hebemaschinen, 3, Übungen, 4; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Übungen, 4; Maschinenzeichnen, 6. — **Schöttler**: Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Arbeiten im mechanischen Laboratorium I, für Anfänger (mit Preuß), 4, II, für Fortgeschrittenere; Technische Mechanik II, 4, Übungen, 1, Repetition, 1. — **Skutsch**: Technische Mechanik I, 3, Übungen, 1, Repetition, 1. — **Lüdicke**: Allgemeine mechanische Technologie, 2; Fabrikanlagen und Werkstatteinrichtungen, 2; Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 3; Spinnerei, 2; Weberei, 2; Technologische Übungen, 2. —

R. Meyer: Unorganische Experimentalchemie, 5; Chemie der organischen Farbstoffe, 3; Arbeiten im Laboratorium für analytische und technische Chemie (mit Biehringer und Hartmann). Chemisches Kolloquium (mit Müller), *g*. — **Biehringer**: Analytische Chemie, 2; Grundzüge der Chemie, 3. — **E. Müller**: Physikalische Chemie, 2; Metallurgie, 2; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie. — **Reinke**: Chemische Technologie II, erster Teil, 6; Technisch-chemische Analyse, 2; Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Gärungs- und Stärketechnik und Molkerei, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe (mit Laskowsky); Besprechung aus dem Gebiete der chemischen Technologie II, monatlich 2 *g*. — **Beckurts**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Grundzüge der Maßanalyse, 1; Pharmazeutische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie (mit Troeger, Frerichs, Echtermeier und Hartwig). — **Troeger**: Analytische Chemie, 2; Chemie der Benzolderivate, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, 2. — **Linde**: Pharmakognosie, 2; Pharmakognostisches Praktikum, 3. —

Dedekind: Elemente der Zahlentheorie, 1; Theorie der Fourierschen Reihen, 2. — **Fricke**: Analytische Geometrie und Algebra, 3; Differential- und Integralrechnung I, 5, Übungen, 2, II, 2; Grundzüge der höheren Mathematik, 2. — **R. Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Geometrie der Lage, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Kurven und Flächen, 2. — **Wernicke**: Statik starrer und elastisch-fester Körper, 4, Übungen, 2. — **Koppe**: Geodäsie I, 2, Übungen, 2; Ausgleichungsrechnung I, 2, Übungen, 4; Geodätisches Praktikum (mit Bohlan), 3; Planzeichnen (mit Bohlan), 2. —

Universität Breslau.

Lummer: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Optik, 5; Übungen im Physikalischen Laboratorium (mit Schaefer), für Geübtere, tägl., für Anfänger, 3 oder 6, für Mediziner, 3; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Schaefer**: Thermodynamik, 4; Sichtbares und unsichtbares Licht, 1 *g*. — **Meyer**: Einführung in die Energetik und Thermodynamik, 2. — **Riesenfeld**: Photographisches Praktikum, 2; Die Photographie und ihre Technik, 1 *g*. —

Ladenburg: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*; Praktisch-chemische Kurse: a) für Mediziner, 5, b) für Landwirte, 6; Praktisch-chemische Übungen, ganz- und halbtägig (mit Abegg). — **Abegg**: Physikochemisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*; Physikalische Chemie I: Theorie der Lösungen, Verwandtschafts- und Phasenlehre, 2, Mathematische Ergänzungsstunden; Elektrochemisches Praktikum (mit Meyer), 3; Valenztheorie, 1 *g*. — **Herz**: Heterozyklische Ringsysteme, 2; Die physikalisch-chemischen Grundlagen der analytischen Chemie, 2; Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Metalle und ihrer Verbindungen, 2. — **Gadamer**: Organische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Ausmittelung der Gifte I, 1; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Kleines chemisches Praktikum, 6. — **Ahrens**: Technologie der Heiz-, Brenn- und Leuchtstoffe, Fabrikation von Kalk, Mörtel, Zement, Glas und Tonwaren, mit Besichtigung von Fabriken, 4; Maschinelle Hilfsmittel der chemischen Technik, 1 *g*; Zucker- und Stärkefabrikation, mit Exkursionen, 2; Praktische Übungen und Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Praktischer Kursus in chemisch-technischen Untersuchungsmethoden und technischer Gasanalyse, 1 Tag. —

Kneser: Differential- und Integralrechnung mit Übungen, 5; Funktionentheorie, 3; Seminarübung für Vorgeschrittene, 1 *g*. — **Rosanes**: Elemente der Determinantentheorie, 2; Neuere Methoden der analytischen Geometrie, 2—3; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Landsberg**: Theorie der Gleichungen, 4; Einleitung in die Theorie der algebraischen Funktionen, 2; Algebraische Übungen, 2. — **Sturm**: Theorie der geometrischen Verwandtschaften II, 4; Liniengeometrie, 2; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Franz**: Bahnstörungsrechnung mit einer Einleitung über Interpolation und mechanische Quadratur, 3; Geschichte der astronomischen Entdeckungen, 1; Elemente der praktischen Astronomie, 2; Übungen in Bahn- und Störungsrechnung, 1 *g*. —

Technische Hochschule Brünn.[1])

Jaumann: Physik, 5, Korrepetitionen, 1; Physikalisches Praktikum, 3. — **Szarvassi**: Grundzüge der Physik, 3. — **N. N.**: Mechanik II, 4, Übungen, 1; Analytische Mechanik, 3; Enzyklopädie der Mechanik, 4. — **Neumann**: Grundzüge der Elastizitäts- und Festigkeitslehre; Baumechanik I, $7^1/_2$. — **Zickler**: Allgemeine Elektrotechnik, 5; Elektrotechnisches Praktikum II, 8. — **Czebek**: Elemente der Elektrotechnik, 2. — **Niethammer**: Bau elektrischer Maschinen II, 3; Projektierung elektrischer Anlagen, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen I, 6, II, 4, III, 2. — **N. N.**: Enzyklopädie des Maschinenwesens, für Chemiker, 5; Allgemeine Maschinenkunde, für Ingenieurschüler, 4. — **Musil**: Maschinenbauelemente, 4, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenlehre und Maschinenbau I, 5, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenzeichnen, für die Maschinenbauschüler, 6. — **Wellner**: Maschinenlehre und Maschinenbau IIb, 7, Konstruktionsübungen, 14. —

Habermann: Anorganische Chemie, 6; Analytische Chemie II, 2; Chemische Übungen I, 10, II, 20. — **Ehrenfeld**: Maßanalyse, 2. — **Frenzel**: Elektrochemie I, 3; Elektrochemisches Praktikum, 3. — **Hönig**: Agrikulturchemie, 3; Chemische Übungen III, 10; Chemie der Tier- und Pflanzenstoffe, 3; Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. — **Donath**: Chemische Technologie I, 6, III, $1^1/_2$, Übungen, 20. — **Weinreb**: Spezielle Färberei und Zeugdruckerei, 2, Übungen. — **Ulrich**: Chemische Technologie der Teerfarb-

1) Nach dem Vorlesungsverzeichnis der „Hochschulnachrichten". (Direkt vorläufig nicht zu erlangen.)

stoffe I, 2, Praktikum, 3. — **Haußner**: Mechanische Technologie I: Metalle und Holz, 5, II: Faserstoffe, 3; Mechanische Bautechnologie, 2. —

Waelsch: Mathematik I, 1. Teil, 7, Korrepetitionen, 2. — **Biermann**: Mathematik II: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 3, Korrepetitionen, 1; Mathematische Näherungsmethoden, 2; Variationsrechnung, 1. — **Fischer**: Mathematische Übungen, 1; Theorie und Praxis der Fourierschen Reihen, 2. — **Rupp**: Darstellende Geometrie, 6, Übungen, 8. — **Obenrauch**: Geschichte der Geometrie, 1. — **Prastorfer**: Technisches Zeichnen, für die Ingenieurschüler, 6. — **Nießl v. Meyendorf**: Niedere Geodäsie, 6; Situationszeichnen, 4; Geometrischer Kurs, $3^1/_2$; Sphärische Astronomie, 3. —

Universität Czernowitz.[1])

Handl: Experimentalphysik, 5; Praktisch-physikalische Übungen, 6. — **Tumlirz**: Theoretische Mechanik II, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g*.

Přibram: Allgemeine Chemie I, 5; Chemische Übungen für Anfänger, 15; Anleitung zur Durchführung wissenschaftlicher Arbeiten, 20. —

Daublebsky v. Sterneck: Analytische Geometrie, 3; Zahlentheorie, 2; Mathematisches Seminar, 2; Mathematisches Proseminar, 2. —

Technische Hochschule Danzig.

Wien: Experimentalphysik I, 5; Kleines physikalisches Praktikum, 4; Großes physikalisches Praktikum, tägl. — **Zenneck**: Einführung in das physikalische Praktikum, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum I und II, 4; Physikalische Chemie I und II, 3; Einleitung in die Theorie des elektromagnetischen Feldes, 2. — **Lorenz**: Dynamik starrer Körper, 3, Übungen, 2; Festigkeitslehre und Hydraulik, 4, Übungen, 2. — **Roeßler**: Elektrotechnik II, 4; Elektrotechnisches Laboratorium II und III, 9; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4, für Maschinenbauer, 2; Berechnung und Entwurf elektrischer Maschinen und Leitungsnetze (mit Simons), 2, Übungen, 4. — **Simons**: Elektrotechnische Meßkunde für Elektrotechniker, 2, für Maschinenbauer, 2. — **Schulze-Pillot**: Maschinenelemente, 4, Übungen, 4; Kraft- und Arbeitsmaschinen mit Kreiselrädern, 2, Übungen, 4; Kraftanlagen und Energieverteilung, 2, für Eisenbahnmaschinenbauer und Elektrotechniker, 2. — **Wagener**: Wärmemechanik, 2; Maschinenlaboratorium I, 4, II, 4; Kolbenkraftmaschinen, 4, Übungen, 4; Kolben-Arbeitsmaschinen, 2, Übungen, 2, für Elektrotechniker, 2. — **Gramberg**: Mechanische Meßinstrumente und Maschinenuntersuchungen, 2, für Elektrotechniker und Chemiker, 2; Heizung und Lüftung, 2. — **Tischbein**: Einführung in den Maschinenbau, 1, Übungen, 6, 4, 2; Mechanische Technologie, 2; Eisenhüttenkunde, 2; Werkzeugmaschinen und Fabrikbetriebe, 2, Übungen, 4, für Eisenbahnmaschinenbauer und für Elektrotechniker, 2; Größere Lasthebemaschinen, 2, Übungen, 4, für Eisenbahnmaschinenbauer, 2. — **Jahn**: Eisenbahnmaschinenbau, 4, Übungen, 4; Eisenbahnbetrieb, 2; Enzyklopädie des Eisenbahnmaschinenwesens, 2. — **Mentz**: Schiffsmaschinen I, 4, II, 2; Entwerfen von Schiffsmaschinen, 4; Schiffshilfsmaschinen, 2; Schiffskessel II, 2; Entwerfen von Schiffskesseln, 4. — **Schütte**: Zeichnen und Entwerfen von Schiffen I, 2 und 4; Anleitung zum Entwerfen von Schiffen, 2; Theorie des Schiffsbaus I, 2, II, 3; Entwerfen von Schiffen II nebst Einrichtungen, 8. — **Hoßfeld**: Einrichtung der Kriegsschiffe, 2; Entwerfen von einzelnen Konstruktionsteilen der Kriegsschiffe, 4. — **Krieger**: Konstruktion der Kriegsschiffe, 2; Entwerfen von Kriegsschiffen, 4. — **Schnapauff**: Praktischer Schiffbau I, 4, Übungen, 4, II, 2, Übungen, 4. —

Ruff: Anorganische Experimentalchemie, 4; Einführung in das chemische Praktikum, 9; Kleines chemisches Praktikum für Nichtfachchemiker, 8 und 6; Praktikum im anorganisch-chemischen Laboratorium, tägl.; Praktikum im elektrochemischen Laboratorium, tägl. — **Wohl**: Organisch-chemische Technologie I und II, 3; Chemisches Kolloquium, 2 *g*; Praktikum im organisch-chemischen Laboratorium, tägl.; Kurse für Gärungsgewerbe, Zucker- und Stärkefabrikation; Praktikum im Laboratorium für landwirtschaftliche Gewerbe, tägl. —

[1]) Nach dem Vorlesungsverzeichnis der „Hochschulnachrichten". (Direkt vorläufig nicht zu erlangen.)

v. Mangoldt: Höhere Mathematik II, 4, Übungen, 1. — **Schilling**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 5. — **Sommer**: Höhere Mathematik I, 6. — **Eggert**: Niedere Geodäsie, 2; Planzeichnen, 2; Höhere Geodäsie, 2; Geodätisches Praktikum I, 2. —

Technische Hochschule Darmstadt.

Schering: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Geometrische Optik, Wellenlehre des Lichtes, Akustik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeißig), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik; Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisches Kolloquium (mit Zeißig), 1 *g*. — **Zeißig**: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Akustik, Optik, 4, Repetitorium, 1; Physikalische Meß- und Instrumentenkunde, 2 *g*. — **Rudolphi**: Einführung in das Physikalische Praktikum, 1. — **Forch**: Ausgewählte Kapitel aus der Wellenlehre und der Akustik, 1 *g*. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente I, 2. — **Fritsch**: Photographische Übungen, 2; Spektralanalyse, 1 *g*. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2, II, 2, Übungen (mit Petersen), 2; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium (mit Wirtz u. Sengel), 6 halbe Tage; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende; Elektrotechnisches Seminar (mit Wirtz u. Sengel), 1. — **Wirtz**: Elektrotechnische Meßkunde II, 2; Elemente der Elektrotechnik, 3. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 2, Übungen, 3; Projektieren elektrischer Licht- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 2. — **Fehmer**: Elektrische Straßenbahnen, 1 *g*. — **v. Roeßler**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 3; Mechanische Technologie I, 2, II, 2; Rohstoffe und Halbstoffe der Papierfabrikation, 2; Papierprüfung, Übungen, 3; Werkzeugmaschinen, 2; Heizung und Lüftung, 2. — **Lincke**: Maschinenelemente, 3; Konstruktionsübungen, 9, Zeichen- und Konstruktionsübungen, 3; Kinematik I, 2, II, 1; Maschinenelemente und Kinematik (Ausgewählte Kapitel), 1 *g*. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Baumaschinenzeichnen, 3; Ausgewählte Abschnitte aus der Festigkeitslehre, 2; Gasmotoren, 2. — **Gutermuth**: Dampfmaschinen, 6; Konstruktionsübungen, 6. — **Köhler**: Hebemaschinen, 2, Konstruktionsübungen, 6. — **Pfarr**: Wasserkraftmaschinen, 4; Wasserwerksbauten, 2; Papierfabrikation und deren Maschinen, 3; Konstruktionsübungen zu Wasserkraftmaschinen und Fabrikanlagen, 6. — **Beck**: Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinenfabrikation, 1. — **Schlink**: Spezielle Abschnitte der technischen Mechanik, 1; Ausgewählte Abschnitte der analytischen Mechanik, 1; Vektorentheorie und ihre Anwendungen in der Mechanik, 1. —

Staedel: Anorganische Experimentalchemie, 4; Theoretische und physikalische Chemie I, 1—2; Chemisches Praktikum (mit Kolb, Keppeler und Dippel), tägl. außer Sonnabend. — **Kolb**: Anorganische Chemie, spezieller Teil, I, 2; Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, einschließlich Maßanalyse, 2; Analytische Chemie der seltenen Elemente, 1; Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Finger**: Organische Experimentalchemie, 6; Praktikum im Laboratorium für organische Chemie (mit Schwalbe), tägl. außer Sonnabend; Farbstoff- und Färberei-Praktikum (mit Schwalbe). — **Keppeler**: Neuere Fortschritte der anorganischen Chemie, 1 *g*. — **Schwalbe**: Chemische Technologie der Gespinnstfasern, 1 *g*; Zwischenprodukte der Teerfarbenfabrikation, 1 *g*. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 2; Bakteriologische Übungen (mit Weller); Pharmakognosie, 3, Übungen, 2; Pharmazeutische Gesetzeskunde, 1. — **Dieffenbach**: Grundzüge der Eisenhüttenkunde, 1; Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 4; Elektrochemisches Kolloquium (mit Neumann), 1 *g*; Chemisches Praktikum für Elektrochemiker (mit Neumann, Moldenhauer und Nover), tägl. außer Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum (mit Neumann, Moldenhauer und Nover), tägl. außer Sonnabend; Chemisch-technisches Praktikum (mit Neumann und Moldenhauer), tägl. außer Sonnabend. — **Neumann**: Verbrennungsvorgänge, Heiz- und Kraftgase und deren Untersuchung, mit Übungen, 1; Gasanalytische Methoden, mit Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Elektrochemie, 1 *g*. — **Vaubel**: Theoretische Chemie I, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische

Berechnungen, Übungen, 1; Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Technik organischer Verbindungen, 1. — **Sonne**: Chemische Technologie der Nahrungs- und Genußmittel, mit Demonstrationen und Exkursionen, 2; Geologische und chemisch-technische Vorarbeiten für die Trinkwasserversorgung (mit Steuer), mit Übungen und Exkursionen, 2. — **Weller**: Untersuchen von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen, 1, Übungen, 8. —

Graefe: Repetitorium der Elementar-Mathematik, 2, Übungen, 2; Höhere Mathematik, 3, Übungen, 2; Geschichte der Mathematik, 1. — **Fenner**: Trigonometrie, 3; Geodäsie, 4; Höhere Geodäsie, 2; Geodätische Übungen, 2; Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen, 2; Planzeichnen, 4. — **Gundelfinger**: Höhere Mathematik I, 3, Übungen, 2; Analytische Übungen, 1. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I, 5, Übungen, 4, II, 2, Übungen, 1. — **Wiener**: Höhere Mathematik II, 2, Übungen, 1; Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6, II, 1, Übungen, 2; Arbeiten im mathematischen Institut, 3. — **Scheffers**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6. — **Gast**: Praktische Geometrie, 2; Über die Figur der Erde, 2 *g*; Astronomische Orts- und Zeitbestimmung, Übungen, 3. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik II, 6, Übungen (mit Graefe), 3; Schwingung von Saiten und Membranen, 1. —

Technische Hochschule Dresden.

Hallwachs: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum I (mit Toepler), 6 oder 3, II, für Fortgeschrittene mit Toepler), 9; Praktikum für größere physikalische Arbeiten (mit Toepler), 20; Physikalisches Kolloquium, Referate über neuere Arbeiten (mit Helm), 1 *g*. — **Toepler**: Einleitung in die Theorie der elastischen Schwingungen und der Akustik, 2. — **Krone**: Theorie und Praxis der Photographie nebst Kolloquium über wissenschaftliche Photographie, mit Demonstrationen, 2. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Elektrotechnische Übungen für Geübtere, 12, für Maschineningenieure und Chemiker, 4; Größere elektrotechnische Spezialarbeiten, 20; Elektrotechnisches Kolloquium (mit Kübler), 2 *g*. — **Kübler**: Dynamomaschinen I A, 2; Entwerfen von Dynamos, Starkstromapparaten, elektrischen Fahrzeugen und Bahnen, Übungen für Elektroingenieure, 6, für Maschineningenieure, 3; Elektrische Bahnen und Fahrzeuge I, 2. — **Ulbricht**: Telegraphie und Telephonie, 2 *g*. — **L. Lewicki**: Dampfmaschinen I, 4; Dampfkessel, 3; Lokomotiven, 2; Maschinenkonstruieren für Maschineningenieure, 10, für Elektroingenieure, 5; Arbeiten im Maschinenlaboratorium A: Dampf- und Wassermaschinen (mit E. Lewicki), 3; Größere Arbeiten im Maschinenlaboratorium A, 20. — **Mollier**: Technische Thermodynamik: Grundsätze und deren Anwendung, besonders auf die Dampfmaschine, 4; Technische Thermodynamik, Seminaristische Übungen, 1; Kinematik, 2, Übungen, 3; Übungen im Maschinenlaboratorium B, 4; Größere Arbeiten im Maschinenlaboratorium B, 24; Übungen im Konstruieren von Gasmaschinen, 4. — **Ernst Müller**: Allgemeine mechanische Technologie II, 3; Technologisches Praktikum für die Faserstofftechnik, 20; Weberei, 3. — **Scheit**: Dynamometrische Untersuchung von Getrieben, Kraftfahrzeugen, Übungen, 2; Untersuchung von Baumaterialien II, Übungen, 3; Kraftfahrzeuge (Ausgewählte Kapitel über die Konstruktion und den Betrieb), 1. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Eisenbahnmaschinenwesen, 3; Skizzieren für die Chemische Abteilung, 4; Skizzieren: Perspektive und Modellaufnahme, für die Mechanische Abteilung, 4. — **Buhle**: Maschinenelemente, 5, Maschinenkonstruieren, 10; Hebemaschinen, 2; Landtransportmittel (ausgewählte Kapitel), 2. — **E. Lewicki**: Dampfturbinen, mit gelegentlichen Experimenten und Demonstrationen im Maschinenlaboratorium A, 2; Herstellungs- und Betriebskosten von Kraftmaschinenanlagen, 1. —

Hempel: Chemische Großindustrie, 2; Brennmaterialien, Theorie der Feuerungen, 1; Metallurgie, 2; Anorganisch-chemisches Praktikum: a) qualitative Analyse, 12, b) quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **v. Meyer**: Organische Chemie, 5; Kolloquium (freie Vorträge über wichtige Probleme der Chemie) (mit v. Walther), 1 *g*; Organisch-chemisches Praktikum, a) ganztägig, tägl. außer Sonnabend, b) halbtägig, tägl. außer Sonnabend. — **Möhlau**: Chemie der Textilindustrie; Gewinnung der Spinnfasern und ihre Veredelung durch Bleicherei, Färberei, Zeugdruck und Appretur, 3; Chemie und chemische Technologie der organischen Farbstoffe II, 2; Praktikum für Farbenchemie, 8, für Färbereitechnik, halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie bezw. Färbereitechnik, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Dietz**: Chemische Technologie der Tonwaren, der Bausteine und des Mörtels, sowie des Zements, 1. — **F. Foerster**: Elektrochemie, ihre Theorie und technische Anwendung, 2; Physikalische (theoretische) Chemie II, 3; Praktikum für Elektrochemie, 8, für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Renk**: Nahrungsmittelchemie, 2; Wohnungshygiene, 1; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genußmitteln, ganztägig, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig, tägl. außer Sonnabend. — **v. Walther**: Wichtige Einzelkapitel der organischen Chemie, 2. — **Bucherer**: Einführung in das allgemeine Patentwesen, 1; Die organischen Heilmittel, ihre physiologisch-chemische Grundlage, Synthese und Anwendung, 1. — **Lottermoser**: Titriermethoden, 1; Qualitative Analyse vom Standpunkt der Ionentheorie, 1. —

Disteli: Darstellende Geometrie II, 3, Übungen, für Architekten und Bauingenieure, 4, für Maschinen- und Elektroingenieure, 4; Theorie der Raumkurven und Flächen, 2. — **Fuhrmann**: Anwendungen der Differential- und Integralrechnung, 2; Vermessungslehre, 2; Geodätisches Zeichnen, 2. — **Helm**: Analytische Geometrie II, 3, Seminaristische Übungen, 1; Analytische Mechanik, 2; Ausgewählte Kapitel aus der mathematischen Physik, mit Übungen, 1; Dioptrik, 1. — **Krause**: Differentialrechnung, 4, Seminaristische Übungen, 1; Einleitung in die Theorie der unendlichen Prozesse, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Heger**: Kartenentwürfe, 1; Ausgewählte Abschnitte der Geometrie, pädagogisch behandelt, 1 *g*. — **Naetsch**: Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der partiellen Differentialgleichungen, 2. — **Grübler**: Technische Mechanik I, für Bau-, Maschinen- und Elektroingenieure, 2, III, 4, Seminaristische Übungen, 1. — **Pattenhausen**: Geodäsie I, 3, Übungen, 2, II, 2, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2, Übungen, 2; Geodätische Ausarbeitungen für Bauingenieure, 2, für Vermessungsingenieure, 4; Geodätische Rechenübungen, 2; Skizzieren geodätischer Instrumente, 2; Seminaristische Übungen für Geodäten, 2; Katastervermessung I, Übungen, 2; Planzeichnen I, 2. —

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 40; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Übungen in Experimentalvorträgen für Lehramtskandidaten (mit Wehnelt), 1 *g*. — **Wehnelt**: Theoretische Physik II: Elektrizität und Optik, 3, Übungen, 1. —

Fischer: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Busch), a) Halbpraktikum, 20, b) Vollpraktikum, 40; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Busch und Gutbier), 4. — **Paal**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 3; Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, 2; Die Grundlagen der Nahrungsmittelchemie, 2; Chemisches Praktikum: a) Vollpraktikum, 44, b) Halbpraktikum, 20 bezw. 24; Praktischer Kurs für Studierende der Pharmazie, 20; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genußmittel, a) Vollpraktikum, 44, b) Halbpraktikum, 24 bezw. 20. — **Busch**: Qualitative und quantitative chemische Analyse I: Metalle, 2; Chemie der Benzolderivate, 2; Kolloquium über neuere chemische Literatur (mit Jordis und Gutbier), 1 *g*. — **Henrich**: Die wichtigsten Darstellungsmethoden und Synthesen der organischen Chemie, 2; Repetitorium der organischen Chemie, 2; Anwendung physikalisch-chemischer Theorien auf Probleme der organischen Chemie, 1; Anleitung zur Ausführung selbständiger wissenschaftlicher Untersuchungen, *g*. — **Jordis**: Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 1; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1; Chemisches Seminar II, 3; Elektrochemisches Praktikum:

a) für Anfänger, 3, b) für Fortgeschrittene, einschl. phys.-chem. Messungen, 5, c) Halbpraktikum, 20, d) Ganzpraktikum, 40. — **Gutbier**: Chemisches Seminar I, 2; Moderne Theorien der anorganischen Chemie, 1; Gasanalyse mit Übungen, 2. —

Gordan: Differentialrechnung, 4; Algebra, 4; Übungen im Seminar, 3 *g*. — **Noether**: Analytische Geometrie I (event. Analytische Mechanik), 4; Algebraische und Abelsche Funktionen, 4; Geometrische Vorträge und Übungen, *g*. —

Universität Freiburg i. Br.

Himstedt: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Königsberger), halbtägig, tägl. außer Sonnabend. — **Königsberger**: Elemente der partiellen Differentialgleichungen und ihre physikalischen Anwendungen mit Übungen, 3; Kinetische Gastheorie (ohne Anwendung höherer Mathematik), 1; Anleitung zu selbständigen Arbeiten in der theoretischen Physik, *g*. — **Reinganum**: Kinetische Theorie der Gase, 3. — **Meyer**: Elektrochemie, 2; Mechanische Wärmetheorie nebst deren Anwendungen auf physikalische und chemische Prozesse, 2; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 1 Vormittag; Elektrochemisches Übungspraktikum; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten für Geübtere. —

Gattermann: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Prakfikum (mit Willgerodt), tägl. außer Sonnabend. — **Willgerodt**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 1; Anorganische Technologie, 2. — **Edinger**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2. — **Fromm**: Über hydroaromatische Verbindungen (Terpene und Kampher), 1; Repetitorium der anorganischen Chemie für Mediziner, 2 und 1, Repetition, 1. — **Müller**: Über Explosivstoffe, 2. — **Meigen**: Gewichtsanalyse, 2; Praktische Übungen im Bestimmen von Mineralien auf chemischem Wege, 2; Praktische Übungen in der Gasanalyse, 2. — **Riesenfeld**: Qualitative Analyse, 2; Technische Elektrochemie II, 2, Übungen, 2. — **Trautz**: Theoretische Ergänzungen zur organischen Chemie, 2; Einführung in die mathematische Behandlung chemischer Aufgaben (mit besonderer Berücksichtigung der höheren Analysis), 3; Theoretisch-chemisches Kolloquium, 2. —

Lüroth: Analytische Geometrie der Ebene und Differentialrechnung, 5; Variationsrechnung, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 1. — **Stickelberger**: Theorie der Differentialgleichungen, 4; Elemente der Zahlentheorie, 2. — **Loewy**: Algebraische Analysis, 4; Einführung in die Versicherungsmathematik, 2; Übungen im mathematischen Seminar. — **Seith**: Projektive Geometrie, *g*. —

Universität Gießen.

König: Experimentalphysik II: Optik, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum, 6; Leitung selbständiger physikalischer Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2. — **Fromme**: Geometrische und physikalische Optik, theoretisch und experimentell, 4; Mathematische Geographie und Elemente der Astronomie, mit Demonstrationen und Übungen, $1^1/_2$. — **Schmidt**: Radioaktivität mit Experimenten, 1. — **Naumann**: Anorganische Experimentalchemie, $5^1/_4$; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Untersuchung von Nahrungsmitteln und technischen Erzeugnissen (mit Schroeder), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **Schroeder**: Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, 2; Untersuchung von Nahrungsmitteln und Gebrauchsgegenständen, 2; Physikalisch-chemische Messungen mit Demonstrationen, 1. — **Moeser**: Pharmazeutisch-chemische Präparate II, 2. — **Thomae**: Ausgewählte Kapitel der Alkaloidchemie, 1 *g*. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl.; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemische Übungen für Landwirte, halbtägig, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner (mit Brand), 5; Chemisches Kolloquium, $1^1/_2$; Spezielle Elektrochemie, 2. — **Brand**: Chemische Technologie I: Technologie der anorganischen Stoffe, mit Exkursionen, 2; Chemische Technologie des Zuckers und der Gärungsgewerbe mit Exkursionen, 1; Die Grundzüge der Stereochemie, 1. —

Pasch: Theorie der algebraischen Gleichungen, 4, Übungen, 14tägig, $1^1/_2$. — **Netto**: Differential- und Integralrechnung II: Elemente der höheren Mathematik, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 14tägig, $1^1/_2$. — **Graßmann**: Geometrische Funktionentheorie und ihre Anwendung auf konforme Abbildungen, mit Übungen, 4; Graphische Statik, mit Übungen, 3. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik II, 3; Physikalische Übungen, 8, Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, 40; Ausgewählte Probleme der Wellenlehre, 1 *g*. — **Voigt**: Physikalische Übungen, 4; Wissenschaftliche Beobachtungen, 40; Magneto- und Elektrooptik, 2 *g*; Elastizität und Akustik, 4. — **Simon**: Wechselstromvorgänge, 2; Elektrotechnik für Juristen, 1; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Drahtlose Telegraphie, 1 *g*; Selbständige Arbeiten, 48 *g*; Elektrotechnisches Seminar, 2 *g*. — **Bose**: Lehrgang der Physik an höheren Schulen, 2; Übungen in der Selbstanfertigung und Handhabung von Demonstrationsapparaten, 3; Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 3. — **Abraham**: Maxwellsche Theorie und Hertzsche Schwingungen, 3. — **Wiechert**: Physik des festen Erdkörpers, 2; Einführung in das Vermessungswesen I, 4; Erdbeben, 1 *g*; Seminarübungen im Vermessungswesen, 1 *g*; Geophysikalisches Praktikum, *g*. — **Prandtl**: Hydraulik und Gasdynamik, 3; Landwirtschaftliche Maschinenlehre, 2; Praktikum im Maschinenlaboratorium, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten: Mechanik und Wärmelehre, 40 *g*; Elektrotechnisches Seminar, 2 *g*. — **Dolezalek**: Physikalische Chemie, 3; Physikochemische Arbeiten und Übungen, 45; Elektrische Akkumulatoren, 1 *g*; Physikochemisches Kolloquium (mit Tammann), 1 *g*. — **Coehn**: Angewandte Elektrochemie, 2; Elektrochemische Übungen, 2; Die Atomistik in Philosophie und Naturwissenschaft, 1. —

Wallach: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum, 20—40; Chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Tammann**: Die Lehre vom Gleichgewicht heterogener Systeme in Anwendung auf die anorganische Chemie, 1; Praktikum der anorganischen Chemie für Vorgeschrittene, 20; Atomgewichtsbestimmungen und das periodische System, 1 *g*; Kolloquium über neuere Arbeiten auf den Gebieten der physikalischen und anorganischen Chemie, 1 *g*. — **Tollens**: Technische Chemie für Landwirte, 3; Agrikultur-chemisches Praktikum (mit Pinoff), $12^1/_2$ resp. 30. — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 4; Untersuchung der Nahrungsmittel, 2; Chemisches Kolloquium für Pharmazeuten, 2 *g*. — **Fischer**: Geschichte der chemischen Technologie, 2; Chem.-technolog. Rechnen, 1 *g*. — **Kötz**: Auf- und Abbau organischer Verbindungen, 1; Seltene Elemente, 1. — **v. Braun**: Benzolderivate, 2; Chemische Tagesfragen, 1 *g*. — **Borsche**: Chemie der heterozyklischen Verbindungen und Alkaloide, 2. —

Klein: Projektive Geometrie, mit Nichteuklidischer Geometrie, 4; Mathematisches Seminar: Elektrotechnisches Seminar, 2 *g*. — **Hilbert**: Mechanik, 4; Partielle Differentialgleichungen, 2, Übungen (mit Minkowski), 2 *g*. — **Schwarzschild**: Mechanik des Himmels II, 3; Astronomisches Kolloquium, 1 *g*. — **Minkowski**: Zahlentheorie, 4; Algebraische Kurven und Flächen, 2. — **Runge**: Differential- und Integralrechnung II, 3, Übungen, 3; Graphische Methoden der Mechanik und Physik, 3; Mathematisches Seminar: Elektrotechnisches Seminar, 2 *g*. — **Brendel**: Versicherungsmathematik; Übungen zur Versicherungsrechnung für Nationalökonomen und Juristen und Vorträge der Mitglieder, 2 *g*. — **Ambronn**: Theorie und Bau der astronomischen Instrumente, 3; Übungen im astronomischen Beobachten für Anfänger, 3; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, tägl.; Über Gradmessungen, 1 *g*. — **Blumenthal**: Flächentheorie, 3. — **Zermelo**: Funktionen reeller Variabler, 3. — **Herglotz**: Über Minimalflächen, 2. — **Carathéodory**: Kontinuierliche Gruppen, 3. —

Universität Graz.

Waßmuth: Physikalische Optik, 5; Seminar für mathematische Physik, 3 *g*. — **Pfaundler**: Experimentalphysik, 5; Geschichte der Physik II: von Galilei bis R. Mayer, 1 *g*; Physikalische Übungen (mit Benndorf) I, 6, II, 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. außer Sonnabend, *g*; Physikalisches Konversatorium (mit Waßmuth), 1 *g*. — **Streintz**:

Elektrische Meßkunde, 2. — **Benndorf**: Theorie der Strahlung, 2; Übungen im physikalischen Rechnen, 3 *g*. —

Skraup: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Übungen für Vorgeschrittene, tägl.; Chemisches Konversatorium, 1 *g*. — **Schrötter**: Pharmazeutische Chemie, 4; Chemie der Methanderivate II, 2. — **Henrich**: Kündigt später an. — **Hemmelmayr v. Augustenfeld**: Organische Synthese mehrwertiger Verbindungen, 1. —

Frischauf: Höhere Analysis, 3; Zahlentheorie, 2. — **Dantscher v. Kollesberg**: Differentialrechnung (Fortsetzung) und Integralrechnung, 5 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Streißler**: Darstellende Geometrie I: Orthogonale Projektion, 3. — **Hillebrand**: Elemente der theoretischen Astronomie, 3; Astrophotometrie, 2. —

Technische Hochschule Graz.

v. Ettingshausen: Physik, 5; Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Übungen, 8. — **Streintz**: Maße und Meßmethoden der Elektrizität, 2; Wärmelehre I: Thermodynamik, 2. — **Bartl**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, IIa, 2½, IIb, 2; Allgemeine Maschinenkunde I, 4. — **Bendl**: Maschinenbau Ia, 3, Übungen, 10, Ib, 3, Übungen, 10½, IIb, 4, Übungen, 15. — **Iberer**: Technisches Zeichnen für Hörer der Maschinenbau-Schule, 4. —

Emich: Anorganische Chemie, 7; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im chemischen Laboratorium. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 1; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der qualitativen chemischen Analyse, 14; Chemische Technologie der organischen Stoffe a, 4; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der Darstellung organisch chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, 20. — **Benj. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse, 1, Seminar, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der quantitativen chemischen Gewichts-Analyse, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe a, 4; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der anorganisch-technisch-chemischen Analyse, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe, 20; Enzyklopädie der technischen Chemie, 2. — **v. Hemmelmayr**: Organische Synthese I, 2. — **Krauß**: Mechanische Technologie I, 3, II, 2, III, 2. —

Hočevar: Mathematik I, 6, Übungen 2; Sphärische Trigonometrie, 1. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik I, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathematik II, 4, Übungen, 2. — **Schüßler**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6, Seminarübungen, 2; Theorie der Kegelschnitte, 3. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik (einschließlich der Elemente der graphischen Statik) I, 4, Übungen, 1; Enzyklopädie der Mechanik, 4; Technische Mechanik I, 4. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie I, 4; Höhere Geodäsie, 4; Praktische Meßübungen, a) Niedere Geodäsie: Zimmerübungen, b) Höhere Geodäsie: Übungen in der Anwendung der Ausgleichungsrechnung; Situationszeichnen, 4 und 2. —

Universität Greifswald.

N. N.: Physikalische Übungen für Studierende der Naturwissenschaften, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Theoretische Physik, 4. — **Holtz**: Maschinen- und Gewitterelektrizität mit Einschluß der Funkeninduktoren und ihrer Anwendungen, gemeinfaßlich, experimentell, 1; Physik der Gestirne mit Experimenten und zeitweiser Beobachtung der Sterne, 2 *g*; Mechanik und Molekularphysik unter Mitberücksichtigung des Alltagslebens und der Technik, gemeinfaßlich, experimentell, 1 *g*. — **Mie**: Experimentalphysik: Wärme, Elektrizität, 4, Elementarmathematische Ergänzungen, 1 *g*; Kleines Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 2. — **Schreber**: Übungen im Demonstrieren physikalischer Apparate, 1; Thermodynamik mit Anwendung auf die Wärmekraftmaschinen, 2, Übungen, 1 *g*. — **Berg**: Elektrische Erscheinungen in Gasen, 2; Lektüre eines Abschnittes aus Faradays Experimentaluntersuchungen, 1 *g*. —

Auwers: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl., für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker (mit Scholtz), ganz- und halbtägig, tägl.; Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 4 *g*. — **Scholtz**: Pharmazeutische Chemie I, 3; Ausmittelung der Gifte, 1; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g*. — **Posner**: Chemie der Benzolderivate, 2; Die künstliche Gewinnung wichtiger Naturprodukte, 2. — **Strecker**: Qualitative Analyse, 2; Spezielle anorganische Chemie I: Metalloide, 2; Chemisches Kolloquium für Mediziner, 2. — **Anselmino**: Geschichte der Chemie, 1; Kommentar zum Arzneibuch, 1. —

Thomé: Theorie und Anwendung der Potentialfunktion, 4; Variationsrechnung, 2 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Engel**: Analytische Mechanik I, 4; Algebra (für Anfänger), 4; Differentialgleichungen und Transformationsgruppen, 2 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Vahlen**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung, 2. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Arbeiten von Geübten, tägl.; Undulationstheorie des Lichts, 2 *g*. — **Schmidt**: Theorie der Elektrizität II, 3, Übungen, *g*. — **Berndt**: Mechanische Wärmetheorie, 2. —

Volhard: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Doebner und Vorländer), tägl. außer Sonnabend, für Studierende der Medizin, 4; Übungen im Experimentalvortrag, 1 *g*. — **Doebner**: Organische Chemie mit Rücksicht auf Medizin und Pharmazie, 4; Über Alkaloide, 1 *g*. — **Vorländer**: Stöchiometrie, 1 *g*. — **Baumert**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel I: Herstellung, Zusammensetzung und Beschaffenheit, mit technischen und gewerblichen Besichtigungen, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie, ganz- und halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Gerichtlich-chemisches Praktikum: Nachweis von Giften, 3. — **Erdmann**: Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. außer Sonnabend; Praktischer Kursus in der Gasanalyse und technischen Analyse, 4; Theoretische und experimentelle Elektrochemie, 2 *g*.

Cantor: Theorie der analytischen Funktionen, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Wangerin**: Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, 4; Anwendungen der elliptischen Funktionen, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Gutzmer**: Analytische Mechanik, 4; Theorie und Anwendung der Determinanten, 2; Übungen des mathematischen Seminars, *g*. — **Eberhard**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Buchholz**: Grundlagen der astronomischen Bewegungslehre (analytische Störungstheorie), 2; Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler: Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Bernstein**: Analytische Geometrie des Raumes, 2; Theorie der Differentialgleichungen, 2. —

Technische Hochschule Hannover.

Dieterici: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Akustik, Optik, 4; Arbeiten im Laboratorium der Physik (mit Precht), 4. — **Precht**: Grundzüge der Physik, 3; Praktische Physik, 2. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 3; Theoretische Elektrotechnik, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Beckmann, Meyer, Röver und Riddervold), 8, II, nach Übereinkunft, III, für Maschinen-Ingenieure, 8; Elektrotechnisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Heim**: Elektrische Anlagen I (mit Reichelt), 3, Übungen, 2; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren, 2, Übungen, 2; Telegraphie und Telephonie, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2; Grundzüge der technischen Elektrolyse, 2; Elektrolytische Übungen (mit Reichelt), 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger II, 1; Elektrotechnische Meßkunde I, zweiter Teil, 2. — **Franke**: Technische Physik, 4; Technisch-physikalisches Seminar, 2. — **Fischer**: Allgemeine mechanische Technologie (mit Anthes), 4; Spezielle Technologie I, einschließlich Werkzeugmaschinenkunde (mit Anthes), 4, Übungen, 2. — **Riehn**: Bau und Theorie der Kraftmaschinen (mit Engelbrecht, Cramer, Siekmann und Kirchhoff), 6,

Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen (mit Engelbrecht, Cramer und Siekmann), 4; Schiffbau, 3, Übungen, 4. — **Frank**: Maschinen-Organe (mit Ryssel, Wegener und Ahlf), 5, Übungen, 7; Eisenbahnmaschinenbau (mit Ryssel und Ahlf), 3, Übungen, 3. — **Frese**: Ingenieur-Laboratorium I und II (mit Aschof, le Noir, Lüth und Kropp), 1, Übungen, 4; Theoretische Maschinenlehre (mit le Noir), 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues (mit Müller und Regula), 3, Übungen, 4; Regulatoren der Kraftmaschinen (mit Müller), 2; Fabrikanlagen und Eisenbahnwerkstätten (mit Müller), 2. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre I (mit Griffel), 4; Grundzüge der Maschinenlehre (mit Griffel), 3; Hebezeuge und Pumpen (mit Griffel und Regula), 2. — **Weber**: Mechanik I, 3, Übungen, 1, II, 4, Übungen, 1; Statik der Baukonstruktionen, 3, Übungen, 1. — **Nachtweh**: Maschinenzeichnen (mit le Noir, Regula und Ahlf), 4; Bautechnologie, 3; Spezielle Technologie II, 2; Fabrikationszweige der Faserstoff-Industrie, 3; Technologisches Praktikum, 3; Ausgewählte Kapitel des landwirtschaftlichen Maschinenbaues, 2. — **Aschof**: Heizung, Lüftung und Beleuchtung geschlossener Räume, 3. —

Seubert: Anorganische Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Becker und Hochhut), tägl. außer Sonnabend. — **Eschweiler**: Analytische Chemie, 2. — **Behrend**: Organische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Kießling), tägl. außer Sonnabend. — **Keiser**: Anorganisches Kolloquium, 2. — **Jänecke**: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften mit besonderer Berücksichtigung der Chemie, 1. — **Ost**: Grundzüge der chemischen Technologie, 3; Chemische Technologie I, 4, Übungen, 2; Übungen in der Elektroanalyse (mit Voigt), 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit Voigt), tägl. außer Sonnabend. — **Laves**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie, mit Demonstrationen, 2. —

Kiepert: Differential- und Integralrechnung I, 5, Übungen, 1, Repetition, 1, III, 2; Geometrie der Lage, 3; Theorie der Differentialgleichungen, Variationsrechnung, 2. — **Stäckel**: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1; Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, mit Übungen, 3; Anwendung der Vektoranalysis auf das elektromagnetische Feld, 1. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie II (mit Peters, Jöhrens und Strothoff), 3, Übungen, 6. — **Petzold**: Algebraische Analysis und Trigonometrie, 3; Übungen in der Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Reinhertz**: Geodäsie I (mit Petzold), 4, Übungen, 2, II (mit Petzold), 2, Übungen; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Heidelberg.

Quincke: Experimentalphysik: Allgemeine Physik, Wärme, Akustik, 5; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im physikalischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Praktikum, 4. — **Pockels**: Optik, 3; Theoretisch-physikalische Übungen, 1 *g*; Elektronentheorie und deren Anwendung auf Kathodenstrahlen, Radiumstrahlen und optische Erscheinungen, 2. — **Weber**: Vektoranalysis und deren Anwendung in der theoretischen Physik, 1; Wissenschaftlich-photographische Übungen, 2, für Fortgeschrittene, 2. — **Kalähne**: Einführung in die Thermodynamik, 2; Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik, insbesondere Wechselströme und drahtlose Telegraphie, 1. — **Ebler**: Spektralanalyse, 1. —

Curtius: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganischer Teil, 6; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere auf den Gebieten der anorganischen, organischen, physikalischen, analytischen, pharmazeutischen Chemie und Gärungschemie (mit Jannasch, Knoevenagel, Bredig, Stollé, Klages, Mohr, Franzen und Ebler), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 20. — **Brühl**: Organische Chemie, 6; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. — **Jannasch**: Gewichtsanalyse, 2; Chemische Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3; Analytisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 8. — **Knoevenagel**: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemie und Technologie der Teerfarbstoffe, 2. — **Bredig**: Einführung in die physikalische Chemie und ihre Meßmethoden, 3; Phasenlehre und ihre Anwendungen, 3; Theoretische Übungen in physikalischer Chemie, 14tägig, 1½ *g*. — **Krafft**: Organische Chemie, 3; Praktisch-chemische Übungen und Arbeiten im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger, halbtägig. — **Dittrich**: Einführung in das chemische Praktikum und qualitative Analyse, 2; Chemisches Praktikum und Anleitung zu wissenschaftlichen anorganisch-analytischen Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger und Mediziner, tägl. außer Sonnabend, halbtägig; Elektroanalytisches Praktikum, 3; Ferienkurs: Chemisches Praktikum (auch für Mediziner), tägl. außer Sonnabend, vierwöchentlich, in den Herbstferien von Mitte September bis Mitte Oktober, in den Osterferien nach Semesterschluß beginnend. — **Stollé**: Pharmazeutische Chemie II: Organischer Teil, 3; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2. — **Klages**: Heterozyklische Verbindungen, 1; Kolloquium über organische Chemie, 2. — **Mohr**: Isomerie, Desmotropie, Tautomerie, Polymorphie, 1. — **Darapsky**: Über neuere organisch-chemische Arbeiten, 1. — **Franzen**: Gärungschemie II, 1; Gasanalyse, 1. —

Koenigsberger: Analytische Mechanik, 4; Elliptische Funktionen (Fortsetzung der Funktionentheorie), 2; Ausgewählte Kapitel der Integralrechnung: Differentialgleichungen, Variationsrechnung, 2; Übungen im mathematischen Unter- und Oberseminar, 2. — **Valentiner**: Bahnverbesserungen einschließlich spezielle Störungen, 2. — **Wolf**: Theorie und Ergebnisse der Spektralanalyse, 2. — **Cantor**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Politische Arithmetik, 2. — **Koehler**: Analytische Geometrie des Raumes, 3. — **Boehm**: Einführung in die höhere Mathematik, 3; Lektüre einer mathematischen Abhandlung, 1. —

Universität Jena.

Winkelmann: Experimentalphysik II: Akustik, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum: a) für Physiker, 6, b) für Chemiker, 4; Physikalische Spezialuntersuchungen, tägl. — **Auerbach**: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, 4; Die Entwicklung der Physik seit 100 Jahren, 1. — **Straubel**: Geophysik II, 2. — **Ambronn**: Einleitung in die Theorie des Mikroskops, 2; Übungen in der Handhabung des Mikroskops und seiner Nebenapparate, 2 *g*; Die Grenzen der mikroskopischen Wahrnehmung und deren Erweiterung durch die Mikrophotographie, 1 *g*. — **Rau**: Technische Thermodynamik, 3; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 1 *g*. — **Reich**: Einführung in die Elektrotechnik, 2; Laboratoriumsübungen in Elektrotechnik, 6. —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Wolff), a) Vollpraktikum, tägl., b) Halbpraktikum, halbtägig, tägl., c) Mediziner-Vollpraktikum, 6, d) Mediziner-Halbpraktikum, 3; Praktikum in der organischen Chemie und Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Rabe), tägl. — **Wolff**: Analytische Chemie, 3; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Immendorff**: Agrikulturchemie I: Pflanzenernährungslehre, 3, II: Tierernährungslehre (Fütterungslehre), 2; Großes und kleines chemisches Praktikum für Landwirte; Agrikultur-chemisches Seminar für Fortgeschrittene, 14tägig, 2 *g*. — **Vongerichten**: Allgemeine chemische Technologie: Patentgesetze, Geschichte der Industrie, Brennstoffe, 1; Chemie des Alizarins und des Indigos, 1; Technisch-chemisches Praktikum, halb- und ganztägig. — **Matthes**: Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, a) Vollpraktikum, b) Halbpraktikum; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, für Pharmazeuten: Darstellung und Untersuchung pharmazeutisch-chemischer Präparate, Ausmittelung der Gifte usw., Halb-Praktikum; Pharmazeutische Chemie I: Anorganische Chemie, 3. — **Rabe**: Elektrochemie, 2; Besprechung neuerer chemischer Arbeiten, *g*. — **Gänge**: Arzneimittellehre für Studierende der Zahnheilkunde, 2; Praktische Übungen durch Spektralanalyse, Mikroskopie und Polarisation des Lichts zum Zweck chemischer Untersuchungen, *g*. —

Thomae: Elementare Funktionentheorie, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 4; Seminar, 2 *g*. — **Frege**: Analytische Mechanik, 4; Begriffsschrift, 1 *g*. — **Knopf**: Sphärische Astronomie, 3; Wahrscheinlichkeitsrechnung und Methode der kleinsten Quadrate, 3. —

Universität Innsbruck.

Czermak: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Magnetismus und Elektrizität, 5; Praktische Übungen für Mediziner, 2 *g*, für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Radakovič**: Galvanometrie, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für Anfänger, 6. — **Tollinger**: Kündigt eventl. später an. — **Hammerl**: Elektrische Energieverteilung: Licht und Kraft, 2. — **Trabert**: Kosmische Physik für Lehramtskandidaten, 2; Wettervorhersage, 1; Bewegungserscheinungen der Atmosphäre (mathemat.) 2. —

Brunner: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Praktische Übungen in analytischer Chemie für Hörer der Philosophie, halbtägig, tägl.; Theoretische Anleitung zu den praktisch-chemischen Übungen der Anfänger, 1 *g*. — **Hopfgartner**: Grundzüge der Photochemie, 2; Maßanalyse, 2. — **Zehenter**: Technische Chemie der Metalle, 2. —

Otto Stolz: Reelle Differential- und Integralrechnung, 3, Mathematisches Seminar, 1 *g*; Arithmetik, 2. — **Zindler**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, mit Übungen, 7. — **Menger**: Darstellende Geometrie, mit Konstruktionsübungen, 4. — **v. Oppolzer**: Sphärische Astronomie: Theoretischer Teil, 4. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Experimentalphysik, 4; Physikalisches Seminar (mit Sieveking), 1; Physikalisches Repetitorium (mit Sieveking), 1; Physikalisches Laboratorium (mit Sieveking), 6; Molekularphysik, 1. — **Arnold**: Dynamobau I: Allgemeiner Teil und Gleichstrommaschinen, 3, II: Synchrone und asynchrone Wechselstrommaschinen, 3, Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Schleiermacher), 12, II, 8. — **Meidinger**: Heizung und Ventilation der Wohnräume mit Exkursionen, 2. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Meßkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 3; Elektrische Messungen, 1. — **Teichmüller**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 1; Elektrische Anlagen und Leitungen, 2; Übungen im Entwerfen von elektrischen Anlagen, 2; Schwachstromtechnik, 2; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Bragstad**: Theorie der Wechselströme, 2, Übungen, 1; Elektrische Bahnen, 2. — **Brauer**: Theoretische Maschinenlehre: Theorie der Turbinen, Mechanische Wärmetheorie, 6, Übungen, 3; Festigkeitslehre, 2; Mechanisches Laboratorium: Untersuchungen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Gaskraftmaschinen, Wasserkraftmaschinen und Arbeitsmaschinen, Materialprüfungen auf Elastizität und Festigkeit, Hydraulische Versuche, 3. — **Benoit**: Hebe- und Transportmaschinen, (ausgewählte Kapitel), 3; Eisenbahnmaschinenwesen, 2; Entwerfen von Hebemaschinen, Übungen, 6; Entwerfen von Hebemaschinen, Pumpen und Gebläsen, Übungen, 6. — **Graßmann**: Dampfmaschinen und Kessel I, 3, Dampfturbinen und Gasmotoren, 2; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, Übungen, 6. — **Keller**: Maschinenelemente, 4; Maschinenkonstrukt. (Triebwerke etc.), 8 und 4; Wasserkraftanlagen, 1; Bau der Wasserräder, 1. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Maschinenfabrikation, 2; Mechanische Technologie: Faserstoffindustrie, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, 2; Technologische Exkursionen. — **Bergmann**: Buchführung für technische Betriebe, 1 *g*. — **Tolle**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4; Technische Mechanik, 4; Ausgewählte Kapitel des Maschinenbaues, 1. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum (mit Vorträgen über die Theorie der Photographie, Darstellung lichtempfindlicher Präparate), 4. — **Schultheiß**: Meteorologie: Klimatologie, 1. —

Bunte: Chemische Technologie I: Zuckerfabrikation, Gärungsgewerbe, Brennerei, Brauerei etc., 2, II: Wasser, Beleuchtungstechnik, 2; Metallurgie, 1; Brennstoffe und Industrielle Feuerungen, 1; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), 4 und 3; Gaschemische Übungen (mit Haber), 2; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, 5 Tage; Übungen in der technischen Analyse, für Vorgerücktere, tägl.; Technologische Exkursionen. — **Engler**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium, 1; Theoretische Chemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Le Blanc**: Überblick über die theoretische und technische Elektrochemie, 2; Physikalische Chemie I: Stöchiometrie, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Kolloquium für Vorgeschrittene, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs; Übungen im elektrochemischen Laboratorium, 3. — **Scholl**: Chemie der Benzolderivate I und II, 2. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Gerichtliche Chemie, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse, 1. — **Haber**: Chemische Technologie der Faserstoffe I: Faserstoffe, Teerfarbenfabrikation, 2; Chemie der Gase, 2. — **Kast**: Industrie des Petroleums, der Fette und Harze, 2. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Wöhler**: AnalytischeChemie II, 2; Chemische Tagesfragen, 1. —

Haußner: Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 2, Übungen, 1; Arithmetik und Algebra, 2, Übungen, 1; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2, Übungen, 1; Raumkurven und krumme Flächen, 2. — **Heun**: Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Mechanisches Seminar für Fortgeschrittenere, 4; Elementarmechanik, 2. — **Krazer**: Höhere Mathematik II, 3; Hyperelliptische Funktionen, Übungen, 2. — **Schur**: Darstellende Geometrie I und II, 4, Übungen, 4, Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Wedekind**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen 2. — **Hamel**: Übungen in den Grundlehren der höheren Mathematik, 1; Vektorrechnung mit Anwendungen, 2; Elemente der Mechanik, 3, Übungen, 1. — **Ludwig**: Photogrammetrie, 2. — **Haid**: Praktische Geometrie, 3; Höhere Geodäsie, 3; Geodätisches Praktikum, 2 und 3; Methode der kleinsten Quadrate, 2. — **Bürgin**: Katastervermessung, Feldbereinigung, 3, Übungen, 2; Repetitorium der praktischen Geometrie, 2; Plan- und Terrainzeichnen, 2 und 4; Übungen im trigonometrischen Rechnen, 2; Graphische Ausarbeitung der großen geodätischen Exkursion, 2. —

Universität Kiel.

Weber: Elektrodynamik, 4; Theorie physikalischer Messungsapparate mit anschließenden Übungen, 1; Photometrie, 1 *g*; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Lenard**: Experimentalphysik: Allgemeine Physik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Praktikum, 7; Physikalische Untersuchungen Fortgeschrittener, tägl. außer Sonnabend; Besprechungen physikalischer Fragen, 1 *g*. — **Strömgren**: Mathematische Geographie, 1 *g*; Partikuläre Lösungen des Dreikörperproblems, 1. — **Becker**: Über Kathodenstrahlen mit Einschluß der Erscheinungen der Radioaktivität, 2. —

Harries: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum I: Anorganische Abteilung (mit Biltz), tägl. außer Sonnabend, II: Organische Abteilung, tägl. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 3; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiet der physikalischen Chemie, 1 *g*. — **Biltz**: Chemie der Metalle, 3; Chemische Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, 2. — **Berend**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2; Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1 *g*. — **Emmerling**: Agrikulturchemie (praktischer Teil), 1 *g*. — **Stoehr**: Alkaloide, 1. — **Feist**: Stereochemie, 1; Theorie der Explosivstoffe, 1. —

Pochhammer: Flächentheorie, 3; Über Differentialgleichungen mit einer unabhängigen Variablen, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Harzer**: Allgemeine Störungen nach Hansens Methode, 3; Übungen an Instrumenten der Sternwarte (mit Großmann), *g*. — **N. N.**: Integralrechnung, 4; Theorie der elliptischen Funktionen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1½ *g*. — **Kreutz**: Berechnung von Kometenbahnen, 2; Astronomische Übungen, 1 *g*. — **Kobold**: Ausgleichungsrechnungen nach der Methode der kleinsten Quadrate in Anwendung auf geodätische Aufgaben, 2; Geodätische Übungen, 2 *g*. — **Weinnoldt**: Graphische Statik, 2. — **Großmann**: Praktische Astronomie, 2 —

Universität Königsberg.

Volkmann: Theorie der Wärme, 4; Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten für Anfänger und Vorgerückte,

tägl. außer Sonnabend bezw. 6; Physikalisch-theoretische Übungen, 1 *g*. — **Schmidt**: Experimentalphysik: Elektrizität und Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 3, für Fortgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Der Wandel unserer Weltanschauung im Laufe der Zeit, 1 *g*. —

Klinger: Allgemeine und anorganische Chemie, 4; Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Über die sogenannten Vorprüfungen bei der qualitativen Analyse, 1 *g*. — **Stutzer**: Allgemeine und angewandte Chemie I, 4; Landwirtschaftliche Chemie II: Ernährung der Tiere, 4; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl.; Seminaristische Übungen, *g*. — **Blochmann**: Einleitung in die Teerfarbenindustrie, 2; Titriermethoden, 1 *g*. — **Partheil**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 5; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Pflanzenalkaloide, 1; Methoden der Arzneimittelprüfung II, 1 *g*. — **Lassar-Cohn**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 2. — **Löwenherz**: Technische Elektrochemie, mit Demonstrationen, 1; Theoretische Elektrochemie, mit Demonstrationen, 1; Einleitung in die organische Chemie, mit Demonstrationen, 1; Elektrochemische und physikalisch-chemische Übungen und Arbeiten, *g*. — **Benrath**: Einführung in die physikalische Chemie: Kinetik, Thermochemie, Elektrochemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen für Praktikanten des chemischen Laboratoriums. —

Meyer: Theorie der algebraischen Gleichungen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Schoenflies**: Integralrechnung, 4, Übungen, 2 *g*. — **Battermann**: Sphärische Astronomie, 3; Allgemeine Astronomie, 1 *g*. — **Saalschütz**: Einleitung in die algebraische Analysis, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 3 *g*, Übungen, 1 *g*. — **Cohn**: Potentialtheorie, 3. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik II: Licht, Magnetismus, Elektrizität, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Scholl), 9; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Einleitung in die theoretische Physik: Wellengleichung, Strömung imponderabler Agentien, Potential, 4; Kinetische Gastheorie, 1; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **v. Oettingen**: Spezielle Teile der Physik, 2 *g*. — **Marx**: Kathodenstrahlen und Röntgenstrahlen, 1; Ionisation der Gase (mit Experimenten), 2. — **Dahms**: Repetitorium der Physik für Mediziner und Pharmazeuten, 1. — **Scholl**: Elektrotechnik II: Wechselstromtechnik, 2. —

Ostwald: Beurlaubt. — **Beckmann**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl., für Mediziner, 6; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Pharmazeutisch-toxikologisches Praktikum, tägl., halbtägig; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Beck, Lockemann, Heller und Deussen), tägl.; Chemisch-technisches Praktikum (mit Heller), tägl. — **Hantzsch**: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum für Analytiker, a) ganztägig, tägl., b) halbtägig, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 6; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Stobbe, Rassow und Ley), tägl. — **Stobbe**: Einführung in das Studium der organischen Chemie, speziell aliphatische Verbindungen, 1; Spezielle organische Chemie III: Die heterozyklischen Verbindungen, 1. — **Wagner**: Experimentelle Einführung in die Chemie auf physikalischer Grundlage, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Lehrer, (Analyse und Schulversuche), halb- oder ganztägig, tägl., Übungen, *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten für Vorgerücktere, tägl.; Geschichtliche Entwicklung der chemischen Grundbegriffe, 1. — **Rassow**: Chemische Technologie: Organische Betriebe (Zellstoff, Zucker, Stärke, Gärungsgewerbe, Fette und Öle), mit Exkursionen, 1½; Technische Gasanalyse, mit praktischen Übungen, 2; Chemisch-technisches Praktikum für Geübtere, tägl. — **Luther**: Allgemeine Chemie II: Thermochemie, Chemisches Gleichgewicht, 2; Chemisches Praktikum (mit Böttger), ganz- und halbtägig, tägl.; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Bodenstein), ganz- und halbtägig, tägl.; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Bodenstein und Böttger), 2 *g*. — **Bodenstein**: Allgemeine Chemie III: Chemische Kinetik, 2. — **Böttger**: Elektrolyse und Elektroanalyse, 1; Kritische Erscheinungen, 1; Seminaristische Übungen im Anschluß an das Praktikum, 1 *g*. — **Schall**: Analytische Methoden der organischen Chemie, 1. — **Ley**: Prinzipien der analytischen Chemie, 2. — **Beck**: Untersuchungs- und Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie für Mediziner, 1. — **Lockemann**: Toxikologische Analyse, 2; Massanalyse, 1. — **Heller**: Praxis des Farbenchemikers, 2. — **Deussen**: Pharmazeutisch-chemische Präparate: Organischer Teil, mit Berücksichtigung der neueren Arzneimittel, 2. —

Scheibner: Liest nicht. — **Neumann**: Differential- und Integralrechnung, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Bruns**: Fehlertheorie und Ausgleichungsrechnung, 4; Seminar für wissenschaftliches Rechnen, 2 *g*; Praktische Übungen in der Sternwarte (mit Peter), *g*. — **Mayer**: Analytische Mechanik, 4, Übungen, 1 *g*. — **Hölder**: Elliptische Funktionen, 4, Übungen, 14tägig, 2 *g*; Galoissche Theorie der algebraischen Gleichungen, 2. — **Rohn**: Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie II, 2, Übungen (mit Liebmann), 2; Seminaristische Übungen, 2 *g*. — **Peter**: Theorie der geographischen Ortsbestimmungen, 1; Übungen im Ephemeridenrechnen und Bahnbestimmen, 1 *g*. — **Hausdorff**: Einführung in die Theorie der Transformationsgruppen (nach Sophus Lie), 3. — **Liebmann**: Potentialtheorie, 2; Graphische Statik, 2. —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik: Wärme, Magnetismus und Elektrizität, 5; Physikalisches Kolloquium (mit Feußner), 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Feußner), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl.; Praktikum für Mediziner, 3. — **Feußner**: Theoretische Physik: Licht, 4, Übungen (mit Richarz), 2 *g*. — **Oestreich**: Klimalehre, 2. — **Schulze**: Elektronentheorie, 2; Anleitung zur Berechnung einfacher physikalischer Aufgaben. 1. —

Zincke: Allgemeine Chemie II oder Organische Chemie, 5; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Schenck), tägl.; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner (mit Schenck), 3. — **E. Schmidt**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Über Prüfung der Arzneimittel, 1; Über Ausmittelung der Gifte, 1; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel und selbständige chemische Arbeiten (mit Rupp). — **Fittica**: Analytische Chemie, 3; Ältere Geschichte der Chemie, 1 *g*. — **Schaum**: Interferenz und Polarisation, 1; Entstehung und Umwandlung der strahlenden Energie, 1 *g*.; Repetitorium der physikalischen Chemie, 1. — **Reißert**: Chemie der Benzolverbindungen, 2. — **Schenck**: Chemie der Metalle, 2; Chemische Gleichgewichte, 2; Elektrochemisches Praktikum, 3. — **Rupp**: Untersuchung der wichtigsten Nahrungs- und Genußmittel, 2; Untersuchung der galenischen Präparate des Arzneibuches, 1; Repetitorium der Chemie, 4. — **Haselhoff**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 1 *g*. — **Fries**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie: Aliphatische Verbindungen, 3; Besprechung neuerer Arbeiten, 1 *g*. —

Hensel: Algebra, 4; Theorie der Oberflächen und der Raumkurven, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g*. — **Neumann**: Funktionentheorie, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 2; Mathematische Übungen, 2 *g*. — **v. Dalwigk**: Statik, 2; Graphische Statik mit Übungen, 2; Höhere Fragen aus der Elementarmathematik, 1. — **Jung**: Integralrechnung, 5. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik I, 5; Praktische Übungen im Laboratorium, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Graetz**: Maxwellsche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 5; Theoretische Akustik, 2; Über die Fortschritte der exakten Naturwissenschaften, 1. — **Korn**: Variationsrechnung mit Rücksicht auf die Anforderungen der theoretischen Physik,

2; Kinetische Gastheorie, 2. — **Erk**: Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, 4; Meteorologisches Praktikum, 12. — **Donle**: Physikalische Maße und Meßmethoden, 2. —

v. **Baeyer**: Unorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Hofmann und Piloty in der unorganischen, mit Koenigs in der organischen Abteilung), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Hofmann und Vanino), 4. — **Koenigs**: Kohlenhydrate, 1 *g*. — **Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie: Metalloide und Schwermetalle, 4; Praktikum für Gasanalyse, 4; Physikalisch-chemisches Praktikum einschließlich Spektralanalyse (mit Sand), 4. — **Piloty**: Analytische Chemie: Qualitative und quantitative Gewichtsanalyse, 3; Elektrolytisches Praktikum, ganztägig. — **Brunn**: Grundzüge der Mengenlehre, 4. — **Dieckmann**: Chemie der Fettreihe (ausgewählte Kapitel), 1 *g*. — **Sand**: Physikalische Chemie, 3. — **Wieland**: Hydroaromatische Verbindungen (Terpene), 2; Repetitorium über organische Chemie, 1. —

Bauer: Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Lindemann**: Differentialrechnung, 5; Analytische Mechanik, 4; Mathematisches Seminar, $1^1/_2$ *g*. — v. **Seeliger**: Theorie des Potentials und der Figur der Himmelskörper, 4; Astronomisches Kolloquium, *g*. — **Voß**: Analytische Geometrie der Ebene, 5; Theorie der algebraischen Flächen, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Pringsheim**: Elliptische Funktionen, 4; Kettenbrüche: Theorie und Anwendungen, 2. — **Doehlemann**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 3; Synthetische (neuere) Geometrie, 5, Übungen, 1 *g*. — **Anding**: Elemente der Astronomie, 2. — v. **Weber**: Algebra, 4; Integralrechnung mit Übungen, 5. —

Technische Hochschule München.

Ebert: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Reibungs-, Berührungs- und Thermoelektrizität, 6; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik. — **Knoblauch**: Grundzüge der Physik: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, 3; Ausgewählte Kapitel der technischen Thermodynamik, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik. — **Fischer**: Physikalisches Praktikum für Physiker und Mathematiker, 4; Einführung in die theoretische Physik I, 3. — **Ewers**: Über Strahlungsgesetze, 1. — **Urban**: Unterrichtskurse in praktischer Photographie, 6 Nachmittage. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, 3; Elektrotechnik für Chemiker, 2; Beleuchtungstechnik und Konstruktion der Bogenlampen, 2; Telegraphie und Telephonie, 2. — **Heinke**: Einführung in die Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Elektrotechnisches Praktikum I: Meßtechnik und Photometrie, 8, für Vorgeschrittene, 20 bis 32; Elektrische Zentralanlagen und Arbeitsübertragung, 2. — **Gleichmann**: Elektrische Schalt- und Regulierapparate, 1; Elektrische Bahnen, 2. — **Ossanna**: Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Gleichrichtern und Transformatoren, 8 und 4; Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen I, 3, III, 3; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4. — **Schröter**: Mechanische Wärmetheorie; Technische Thermodynamik, 2, Übungen, 1; Theoretische Maschinenlehre I, 3, III, 2, Übungen, 2. — **Ultsch**: Maschinenzeichnen, 4; Arbeitsmaschinen I, 2, II, 2; Entwerfen von Hebezeugen, 6. — v. **Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile I, 6, Entwerfen von Maschinenteilen I, 8 und 6; Dampfkessel und deren Feuerungen, 2. — **Camerer**: Wasserkraftmaschinen, 5; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 2; Wasserkraftanlagen, Übungen, 3; Allgemeine Maschinenlehre (mit Lynen), 3. — **Lynen**: Entwerfen von Dampfmaschinen, 8; Konstruktionslehre der Eisenbahnmaschinen, 4. — v. **Linde**: Theorie der Kältemaschinen, 2. — v. **Hoyer**: Mechanische Technologie I, 6. — **Erk**: Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, 4. —

Muthmann: Unorganische Experimentalchemie einschließlich der Grundzüge der physikalischen Chemie, 6; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10 bis 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Lipp**: Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20 bis 30; Brennmaterialienlehre und Feuerungskunde, 2. — **Eibner**: Chemie der Benzolderivate I, 2; Geschichte der aromatischen Diazoverbindungen, 1. — **Rohde**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie mit Berücksichtigung der Tagesliteratur, 1. — **Hofer**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Maßanalyse II, 2; Theoretische Elektrochemie, 2. — **Schultz**: Chemische Technologie I, 3; Chemisch-technische Übungen, 4; Praktikum im chemisch-technischen Laboratorium, 20 bis 30. — **Lintner**: Chemische Technologie des Wassers und der Kohlehydrate, 3; Gärungschemisches Praktikum, 30; Technologie und Warenkunde II, 3, Übungen, 2. —

Finsterwalder: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 3; Nichteuklidische Geometrie, 2. — v. **Braunmühl**: Höhere Mathematik III, 5, Übungen, 2; Algebraische Analysis, 4; Mathematisch-historisches Seminar, 2. — v. **Dyck**: Grundzüge der höheren Mathematik, 4, Übungen, 2; Funktionentheorie nach Cauchy und Riemann, 4; Mathematisches Seminar (Kolloquium) (mit Finsterwalder), 2. — **Burmester**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Geometrisch-optische Täuschungen, 1. — **Schmidt**: Vermessungskunde I, 4, Praktikum I, 2 oder 4; Landesvermessung, 4; Katastertechnik, 3, Praktikum III, 4; Kartierungsübungen, 4. — **Bischoff**: Ausgleichungsrechnung (Praktikum), 1; Mechanisches und graphisches Rechnen, 1. — **Anding**: Elemente der Astronomie, 2. — **Föppl**: Technische Mechanik II: Graphische Statik, 3, III: Festigkeitslehre, 4, Übungen, 2. — **Kutta**: Elastizitätstheorie, 4. — **Emden**: Fouriersche Reihen und Kugelfunktionen und Anwendung derselben auf physikalische Probleme, 3, Übungen, 1. —

Universität Münster.

Hittorf: Liest nicht. — **Heydweiller**: Experimentalphysik: Akustik, Optik, Elektrizität, Magnetismus, 4; Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 2; Elektrische Messungen, 1 *g*; Physikalische Übungen, 3 und 6, für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. —

Salkowski: Anorganische Experimentalchemie, 5; Die zyklischen Verbindungen, 2; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1 *g*; Praktische Übungen und Leitung wissenschaftlicher Arbeiten im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Kaßner und Thiel), 6. — **König**: Analytische Chemie I, 1; Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, 2 *g*; Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, tägl. *g*. — **Kaßner**: Maßanalyse, 1 *g*; Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Medizin und Pharmazie, 4; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Analyse technischer Gase, 1; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und die Gegenstände des Deutschen Arzneibuches (Fortsetzung), 1; Toxikologische, pharmazeutisch-chemische und maßanalytische Übungen, Darstellung chemischer Präparate, für Fortgeschrittene Bearbeitung wissenschaftlicher oder technischer Aufgaben, tägl. außer Sonnabend. — **Bömer**: Technologie und Analyse der Fette, Öle und Wachse, 2; Repetitorium der Nahrungsmittelchemie, 2 *g*. — **Thiel**: Physikalische Chemie II: Elektrochemie, 3; Chemisches Kolloquium, 1 *g*; Gasanalyse mit Praktikum, 3. —

Killing: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1 *g*; Über den mathematischen Unterricht, 3; Anfangsgründe der Determinantentheorie, 1; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — v. **Lilienthal**: Analytische Geometrie II, 4; Partielle Differentialgleichungen, 4; Versicherungsmathematik, 1; Mathematisches Oberseminar, 1 *g*. — **Dehn**: Graphische Statik mit Übungen, 3; Bestimmte Integrale und Fouriersche Reihen, 2. — **Plaßmann**: Sphärische Trigonometrie und sphärische Astronomie, 3; Mathematische Geographie und Kartenkunde, 2; Himmelsbeobachtungen mit freiem Auge und mit einfachsten Instrumenten, 1; Astronomische Übungen, *g*. —

Universität Prag.

Lecher: Experimentalphysik I, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, tägl. *g*. — v. **Geitler**:

Physikalisches Praktikum I, a) für Physiker und Mathematiker, 6, b) für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Mechanische Wärmetheorie, 2. — **Lippich**: Theoretische Mechanik, 4; Kapillarerscheinungen, 1 *g*; Besprechung physikalischer Fragen (mit Lecher, v. Geitler und Rothmund), 14tägig, 2 *g*. — **Spitaler**: Meteorologie I: Temperatur und Strahlung, 2; Geophysik, 2. —

Goldschmiedt: Anorganische Chemie für Philosophen, Mediziner und Pharmazeuten, 5; Chemische Experimentalübungen, 2; Chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 10; Übungen in sanitätspolizeilich-chemischen Untersuchungen und in der Prüfung der offizinellen chemischen Präparate für Physikatskandidaten, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Rothmund**: Physikalische und theoretische Chemie I: Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre, 4; Sauerstoff und Schwefel vom physikalisch-chemischen Standpunkt, 1; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*. — **Meyer**: Pharmazeutische Chemie, 4. — **Gintl**: Anleitung zur Vornahme gerichtlich-chemischer Untersuchungen für Lebensmittelchemiker mit praktischen Übungen, 2, Übungen, 4. — **Kirpal**: Analytische Chemie, 3. —

Pick: Anwendungen der Infinitesimalrechnung auf die Geometrie, 3; Elemente der Invariantentheorie, 2. — **Gmeiner**: Differential- und Integralrechnung, 4; Über algebraische Gleichungssysteme, 1. — **Weinek**: Über Aberration, Präzession und Nutation, 3. — **Oppenheim**: Niedere und Elemente der höheren Geodäsie, 2. —

Technische Hochschule Prag.

Tuma: Physik: Statik und Dynamik fester, flüssiger und gasförmiger Körper, Kinetische Gastheorie, Wärmelehre, Magnetismus und Elektrizität, 5, Praktikum, 3. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 4, Übungen, 3; Ausgewählte Kapitel der Wechselstrom-Elektrotechnik, 1. — **Doerfel**: Maschinenlehre, 5, Übungen; Maschinenbau II: Dampfmaschinen und Dampfkessel, 2, Konstruktionsübungen, 4. — **Schiebel**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Maschinenbau I, 1. Teil, 2, I, 2. Teil, 4, Konstruktionsübungen, 9; Technisches Zeichnen C, 4. — **Körner**: Maschinenbau II: Hebemaschinen und Pumpen, 4, Konstruktionsübgn., 6; Maschinenbau, ausgewählte Kapitel, 2. — **Pichl**: Meteorologie und Klimatologie, 3. —

Gintl: Allgemeine Experimentalchemie: Mineralstoffe, 5; Allgemeine Experimentalchemie: Kohlenstoffverbindungen, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 15; Chemische Technologie anorganischer Stoffe: Chemische Großindustrie, Glas- und Tonwarenerzeugung, 5, Übungen, 23. — **Storch**: Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 3; Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Maßanalyse und chemische Arithmetik, 1; Elektrochemie, 3; Chemische Statik und Dynamik, 2; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen, 15. — **Gras**: Übungen über praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 4. — **Czapek**: Warenkunde und technische Mikroskopie, 3. — **Georgievics**: Chemische Technologie organischer Stoffe: Erzeugung von Zucker, Stärke, Bier, Weingeist, Teerfarbstoffen, $6^1/_2$, Übungen im chemisch-technischen Laboratorium, $23^1/_2$. — **Gintl jun.**: Analytische Chemie (qualitative), 2, Praktische Übungen, 20; Analytische Chemie (quantitative), 2, Praktische Übungen (mit Gras), 24; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Elementar-Analyse organischer Verbindungen, 2, Übungen, 2; Methoden der quantitativen Mineralanalyse, 2. —

Zsigmondy: Mathematik I, 6, Repetitorium, 2; Elemente der höheren Mathematik, 6, Repetitorium, 1; Ausgewählte Kapitel der Differential- und Integralrechnung, 2. — **Grünwald**: Mathematik II, 5, Repetitorium, 2, IIa, 2, Übungen, 1, IIb, 5, Übungen, 2; Differentialgleichungen und deren Anwendungen auf Geometrie und Mechanik, 2. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 4, Konstruktive Übungen, 8, 5 und 6, Übungen, 6; Geometrie der Lage, 3. — **Stark**: Enzyklopädie der Mechanik II: Festigkeitslehre und Hydraulik, 2; Mechanik I: Statik und Dynamik, 6, Repetitorium, 1; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übungen, 2; Materialienlehre, 1. — **N. N.**: Elemente der niederen Geodäsie, 3, Übungen, 2; Niedere Geodäsie I: Praktische Geometrie, $4^1/_2$, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 3, Übungen, 2; Technisches Zeichnen A, 4, 3 und 2; Geodätisches Rechnen, Übungen, 2. —

Universität Rostock.

N. N.: Experimentalphysik II: Akustik, Wärme, Elektrizität, 5; Kleines physikalisches Praktikum, 12. — **Wachsmuth**: Potentialtheorie, 3; Großes physikalisches Praktikum für Geübtere, tägl.; Physikalisches Kolloquium (mit Kümmell), 14tägig, 2 *g*. —

Michaelis: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen im Laboratorium: a) Großes Praktikum, tägl. außer Sonnabend, b) Kleines Praktikum, 9, c) Übungen für Mediziner, 4, für Nahrungsmittelchemiker, 4; Pharmazeutische Präparatenkunde, 2 *g*. — **Stoermer**: Analytische Experimentalchemie, 4; Gerichtlich-toxikologische Chemie, 2, Repetitorium der anorganischen Chemie, 3. — **Kümmell**: Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie: Statik, Kinetik, Thermochemie, 3; Kleines physikochemisches Praktikum, 3; Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 1. — **Kunckell**: Repetitorium der pharmazeutischen Chemie und maßanalytische Bestimmungen des Arzneibuches, 2; Einführung in die Nahrungsmittel- und Harnanalyse, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel der technischen Chemie, 1. —

Staude: Differential- und Integralrechnung, 4; Theorie der Kurven und Flächen, 4; Mathematisches Seminar, 2. —

Universität Straßburg.

Braun: Experimentalphysik II: Akustik, Wärme, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen, 5 oder 10; Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, 5 Tage; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Cohn**: Einleitung in die theoretische Physik, 3; Theorie des Lichts, 3. — **Hergesell**: Physik der Erde I: Gestalt und Mechanik des Erdkörpers, 3; Meteorologisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*.; Meteorologische Übungen, tägl., *g*. — **de Quervain**: Gletscherkunde, 1; Über Wind und Wetter, 1 *g*. —

Thiele: Allgemeine Experimentalchemie: Anorganischer Teil, 5; Chemisches Praktikum (in der anorganischen Abteilung mit Kohlschütter), tägl. außer Sonnabend, auch halbtägig; Kolloquium über organische Chemie, 1 *g*. — **Kohlschütter**: Analytische Chemie, $2^1/_2$; Praktikum für physikalisch-chemische Methoden, 3. — **Rose**: Chemische Technologie der Metalloide, 3; Untersuchung und Reinigung des Wassers, 1 *g*. — **Erlenmeyer**: Repetitorium der organischen Chemie II, 2; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere, sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Kreutz), tägl. außer Sonnabend. — **Kreutz**: Die analytischen Untersuchungsmethoden der Nahrungsmittel, 1. — **Köhl**: Die Verbindungen des Steinkohlenteers und ihre Derivate, 2. — **Straus**: Die Teerfarbstoffe und ihre Anwendung in der Färberei II: Triphenylmethan- und Chinonimidfarbstoffe, 1; Praktikum über die Anwendung der künstlichen Farbstoffe in der Färberei, $3^1/_2$. — **Schär**: Pharmakognosie, 4; Toxikologie (für Pharmazeuten), 2; Pharmakognostische Demonstrationen, 1 *g*; Übungen und Untersuchungen im Laboratorium des pharmazeutischen Instituts, tägl. außer Sonnabend; Pharmakognostisches Praktikum (mit Rosenthaler), 3. — **Rosenthaler**: Die Anatomie der wichtigsten Drogen, 1; Harn und Harnuntersuchung, 1. —

Reye: Analytische Geometrie des Raumes (Neuere Methoden), 3; Mathematische Theorie der Elastizität fester Körper, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g*. — **Weber**: Differential- und Integralrechnung, 4; Enzyklopädie der Elementar-Mathematik I, 3; Übungen des mathematischen Oberseminars (mit Wellstein und Epstein), $1^1/_2$ *g*. — **Wellstein**: Elliptische Integrale, 2; Determinanten und Matrizen, 3; Übungen des mathematischen Unterseminars, $1^1/_2$ *g*. — **Timerding**: Analytische Geometrie der Ebene, 3, Übungen, 1 *g*; Graphische Statik, 2, Übungen, 2 *g*. — **Epstein**: Neuere Untersuchungen in der Theorie der analytischen Funktionen, 1. — **Simon**: Geschichte der Mathematik im Altertum, 2. — **Becker**: Bahnbestimmung der Planeten, Kometen und Meteore (erste Approximation), 3; Elemente der höheren Geodäsie, 2; Seminaristische Übungen (Kolloquium), *g*; Astronomische Beobachtungen

an Instrumenten der Sternwarte. — **Wislicenus**: Geometrische Optik, 1; Photometrie des Himmels, 1; Gemeinverständliche Erklärung astronomischer Wahrnehmungen, Vorkommnisse und Einrichtungen im täglichen Leben, 1 *g*; Besprechung der neuesten literarischen Erscheinungen auf astronomischem Gebiete, 2 *g*. — **Wirtz**: Ausgewählte Kapitel der Himmelsmechanik, 1; Über Sternkataloge, 1 *g*. —

Technische Hochschule Stuttgart.

Koch: Experimentalphysik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium, tägl.; Theoretische Physik, 2; Meteorologie, 1. — **Veesenmeyer**: Elektrotechnik (Grundlegender Vortrag), 6; Elektrische Maschinen, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 8; Die Einrichtung und der Betrieb elektrotechnischer Fabriken, 1. — **Dietrich**: Elektrische Beleuchtung, 2; Elektrotechnische Meßkunde II, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium, Praktikum II (mit Herrmann), tägl. außer Sonnabend. — **Herrmann**: Telephonie und Telegraphie, 2; Theorie der Wechselströme, 2. — **v. Autenrieth**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 2. — **v. Weyrauch**: Mechanische Wärmetheorie, 4. — **Berg**: Maschinenzeichnen, 8, Schattenkonstruktionen und Perspektive, 8; Pumpen, 4, Übungen. — **v. Ernst**: Maschinenelemente, 6, Konstruktionsübungen, 11; Hebezeuge, 2. — **Thomann**: Fabrikanlagen I und II, 1 bezw. 2; Maschinenkonstruktionen, 10; Maschinenkunde, 4. — **Bantlin**: Dampfmaschinen, 6; Elastizitätslehre, 2, Übungen, 1; Maschinenkonstruktionen, 8 und 6. — **v. Bach**: Materialprüfungsanstalt, Übungen; Ingenieurlaboratorium, 3, Übungen, 1; Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Dauner**: Eisenbahnfahrzeuge, 3. — **Enßlin**: Verbrennungsmotoren, 2. — **Lueger**: Wasserbau für Maschineningenieure, 2, Übungen, 1. —

Hell: Allgemeine Experimentalchemie, 4, Übungen im Laboratorium (mit Kehrer), tägl. außer Sonnabend; Organische Chemie, 5. — **Kehrer**: Analytische Chemie, 2. — **Schmidt**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Chemie, 2; Praktische Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 2; Populäre Vorlesungen über Chemie, 1; Einführung in die Stöchiometrie, 1. — **Kauffmann**: Physikalische Chemie, 2; Kolloquium über organische Chemie, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Küster**: Pharmazeutische Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Seel**: Chemisch-pharmazeutisches Praktikum, 2; Neuere Arzneimittellehre mit Demonstrationen, 2; Nahrungsmittelchemie, 1; Chemie und Biologie der Gifte, 1. — **Philip**: Maßanalyse, 1. — **Rohland**: Anwendung der physikalischen Chemie auf technische Analysen und Prozesse, 1 *g*; Technologie der Mörtelmaterialien, 1 *g*. — **Häußermann**: Technische Chemie, 2; Chemische Technologie der Brenn- und Leuchtstoffe, 2; Farbenchemie, 3; Übungen im Laboratorium für chemische Technologie, tägl. außer Sonnabend; Übungen in elektrolytischen Arbeiten. —

Hohenner: Trigonometrie, 2, Übungen, 2; Praktische Geometrie I, 6; Katastermessungen, 2; Markscheidekunde, 3. — **Stübler**: Niedere Analysis, 4. — **Bretschneider**: Repetitionen in niederer Mathematik, 2. — **Wölffing**: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 4, mit Übungen; Funktionentheorie I, 3. — **Reuschle**: Kurvendiskussion in Beispielen, mit Übungen, 1; Analytische Geometrie des Raumes, 2, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der neueren analytischen Geometrie der Ebene und des Raumes einschließlich Invariantentheorie, 3; Differential- und Integralrechnung II und III, 2, Übungen, 2; Mathematisches Seminar (mit Mehmke), 1. — **Mehmke**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Analytische Mechanik, 3, Übungen, 1. — **Roth**: Schattenkonstruktionen und Beleuchtungskunde, 4. — **Heer**: Plan- und Geländezeichnen, 4. — **Hammer**: Ausarbeitung der geodätischen Aufnahmen der Studierenden der Bauingenieurabteilung, 2; Praktische Geometrie I, 3, Übungen, 4; Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Höhere Geodäsie, 2; Barometrisches Höhenmessen mit Übungen, 1; Astronomische Zeit und direkte geographische Ortsbestimmung, 2. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik II: Schall, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 8; Selbständige Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Theoretische Physik I: Mechanik, Wärme, 3, Übungen, 2; Meteorologie, 1. — **Gans**: Elektronentheorie, 2. —

v. Hüfner: Organische Chemie für Mediziner, 4; Praktisch-chemische Übungen für Anfänger I (qualitativ), 6, II (quantitativ), 6; Leitung physiologisch-chemischer Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Wislicenus**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl.; Analytisch-chemisches Praktikum, ganz- oder halbtägig (mit Bülow); Pharmazeutisch-chemisches Praktikum (mit Weinland), ganz- oder halbtägig; Präparative Arbeiten, ganztägig; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, ganztägig. — **Bülow**: Analytische Chemie I, 3; Die Rohmaterialien der Fabrikation künstlicher Farbstoffe, 1. — **Weinland**: Pharmazeutische Chemie (anorganischer Teil), 2; Quantitative Prüfung der Arzneimittel nach dem deutschen Arzneibuch, 1; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 1. — **Wedekind**: Theoretische und physikalische Chemie (in elementarer Form), 2; Die künstlichen Arzneimittel, Riech- und Süßstoffe, ihre wissenschaftliche und industrielle Bedeutung, 1; Physikochemische, elektrochemische und gasanalytische Übungen, 1. — **Dimroth**: Benzolderivate I, 2. — **Fitting**: Stoffwechsel der Bakterien und Hefen mit Berücksichtigung der technisch wichtigen Gärungen, 1. —

v. Brill: Einführung in die höhere Mathematik, 4; Theorie der algebraischen Kurven, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **v. Stahl**: Höhere Analysis II: Integralrechnung, 4; Partielle Differentialgleichungen, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Maurer**: Darstellende Geometrie II, 2, Übungen, 1; Elliptische Funktionen, 2. —

Universität Wien.

v. Lang: Experimentalphysik I, 4, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*. — **Boltzmann**: Mechanik, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g*; Experimentelle Arbeiten Vorgeschrittener, *g*; Ausgewählte Kapitel der Naturphilosophie, 2. — **Franz Exner**: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum, 6 und 5; Physikalische Übgn. für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Konversatorium, 1 *g*. — **Jäger**: Kündigt später an. — **Lampa**: Wärmelehre, 4. — **Moser**: Experimentalphysik (insbesondere Elektrizität und Optik), 3; Einführung in die mathematische Physik, zugleich als Einleitung in die Differential- und Integralrechnung, 2; Demonstrationen und Übungen an und mit physikalischen Apparaten als Ergänzung der Experimentalvorlesung, 6. — **v. Schweidler**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten II: Anleitung zur Anstellung von Schulexperimenten, 8; Experimentalphysik für Pharmazeuten, 5; Besprechung der neueren Literatur der Radioaktivität und Elektronik (mit Hasenöhrl, Mache u. Meyer), 1. — **Meyer**: Elektrizität, 3. — **Hasenöhrl**: Potentialtheorie, 2. — **Mache**: Liest nicht. — **Haschek**: Ausgewählte Kapitel aus der Optik, 1. — **Kohl**: Die elektromagnetischen Feldgleichungen, 1. — **Hann**: Allgemeine Meteorologie, 2; Klima von Europa mit besonderer Berücksichtigung von Österreich-Ungarn, 1; Allgemeine Ozeanographie: Physik des Meeres, 1. — **Pernter**: Wetterlehre, 2; Meteorologisches Konversatorium, 1 *g*; Arbeiten Vorgeschrittener an der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, 3. — **Felix Exner**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Meteorologie (Fortsetzung), 2. — **Valentin**: Sonnenstrahlung und Lufttemperatur, 1. —

Lieben: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, mit Berücksichtigung auch medizinischer Hörer, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4; Arbeiten im II. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Wegscheider**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Metalle, 5; Chemische Übgn. für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Lippmann**: Organische Chemie I: Chemie der Methanderivate, 3; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Arbeiten im chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Herzig**: Chemie der Benzolderivate, 5; Übungen aus pharmazeutischer Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Fossek** und **Zeisel**: Lesen nicht. — **Vortmann**: Gerichtlich-chemische Analyse, 2. — **Pomeranz**: Stereochemie, 1; Analytische Chemie, 3. — **Schacherl**: Die Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 2. — **Franke**: Maßanalyse, 2; An-

leitung zur chemischen Analyse, 1. — **Pollak**: Chemie und Technologie der organischen Farbstoffe, mit Exkursionen, 2. — **Wenzel**: Technologie der Brennstoffe, 1. — **Garzarolli v. Thurnlackh**: Anleitung zum Anstellen von chemischen Schulversuchen, 2. — **Billitzer**: Angewandte Elektrochemie, 1. — **M. Kohn**: Entwicklungsgeschichte der organischen Chemie, 2. —

Escherich: Differential- und Integralrechnung, auch für Naturhistoriker und Versicherungsmathematiker, 5, Übungen, 1 *g*; Proseminar für Mathematik, 1 *g*; Seminar für Mathematik, 2 *g*. — **Mertens**: Zahlentheorie, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*; Übungen im mathematischen Proseminar, 1 *g*. — **Wirtinger**: Theorie der Differentialgleichungen, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 1 *g*. — **G. Kohn**: Analytische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Invariantentheorie mit geometrischen Anwendungen, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik, 4. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik I, 3. — **Carda**: Differentialgeometrie, 2. — **Plemelj**: Einführung in die Theorie der elliptischen Funktionen, 2. — **Grünwald**: Potentialtheorie, 2. — **Hahn**: Theoretische Arithmetik, 2. — **Weiß**: Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen, 4. — **Hepperger**: Sphärische Astronomie, 4; Anleitung zum Gebrauche astronomischer Kataloge, Tafeln und Jahrbücher, 1. — **Schram**: Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Herz**: Astronomie und Geodäsie in historischer Entwicklung, 2; Mathematische Geographie, 3. — **Prey**: Die Grundlagen der höheren Geodäsie, 2. —

Technische Hochschule Wien.

N. N.: Allgemeine und technische Physik, 5; Optik für die Hörer des geodätischen Kurses, 2; Physik für Chemiker. — **Sahulka**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **N. N.**: Dynamobau, 4, 10 und 8. — **Hochenegg**: Elektrische Arbeitsübertragung, 3; Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, $1^1/_2$; Elektrotechnik, Praktische Übungen und Untersuchungen (mit Sahulka), 4. — **Grau**: Elektrisches Beleuchtungswesen, 1. — **Reithoffer**: Elektrische Schwingungen und Wellen. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen, 2. — **Liznar**: Meteorologie und die wichtigsten Lehren der Klimatologie für Ingenieure, 2. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre II, 3; Bau der Lasthebemaschinen, $4^1/_2$. — **Seidler**: Maschinenzeichnen, 2; Übungen, 6; Allgemeine Maschinenkunde, 3. — **Englaender**: Maschinen-Elemente, $1^1/_2$, Konstruktionsübungen, 6; Bau von Dampfkesseln, Dampfapparaten und Behältern, 3, Konstruktionsübungen, 13. — **Baudiß**: Bau der Wärmekraftmaschinen I: Steuerungen und Regulatoren, 7. — **Budau**: Bau der Wasserkraftmaschinen und Pumpen, $4^1/_2$. Konstruktionsübungen, 14; Die Geschwindigkeitsregulatoren der Wasserkraftmaschinen, $1^1/_2$. — **Meter**: Feuerungstechnik, Heizung, Lüftung und sonstige gesundheitstechnische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden, 3; Heizung und Lüftung von Wohnräumen, 2. — **v. Stockert**: Eisenbahnbetriebsmittel, 2; Eisenbahnbetrieb, 3. —

N. N.: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5, Übungen, 20. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4. Übungen, 20; Gerichtlich-chemische Analyse, 2. — **Bamberger**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 3; Praktische Übungen in der Ausführung technischer Proben, 3. — **v. Jüptner**: Theoretische und physikalische Chemie, 2; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, 20; Technische Feuerungen, 5. — **Feitler**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen und theoretischen Chemie, 1. — **Skrabal**: Qualitative chemische Analyse, 2. — **Böck**: Arbeitsmethoden in der organischen Chemie, 2. — **Paweck**: Technische Elektrochemie, 2. — **Abel**: Thermodynamische Behandlung der allgemeinen Chemie mit besonderer Berücksichtigung verdünnter Lösungen, 2; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1. — **Suida**: Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate, 3. — **Ulzer**: Technische Analyse organischer Stoffe, 2. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **Kick**: Mechanische Technologie II, 5. — **Hauptfleisch**: Mechanische Technologie III, 5. — **Ludwik**: Mechanische Technologie, 5. —

Allé: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **N. N.**: Mathematik I, 5. — **Czuber**: Mathematik II, 5, Korrepetitionen; Grundlehren der höheren Mathematik, mit Korrepetitionen, 2; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3. — **Reich**: Ausgewählte Kapitel aus der höheren Algebra, 2. — **Grünwald**: Über Fouriersche Reihen, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 4, II, 4. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik, 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktives Zeichnen, 6, Seminar, 2. — **Schmid**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktionsübungen, 6; Projektive Geometrie I, 3, Konstruktionsübungen, 2. — **Finger**: Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik, 5, Korrepetitionen und Übungen; Enzyklopädie der Mechanik, 4; Analytische Mechanik, 2. — **N. N.**: Technische Mechanik I, 4, Übungen, 2. — **Pollack**: Elemente der niederen Geodäsie, $4^1/_2$. — **N. N.**: Praktische Geometrie, $4^1/_2$, Praktische Übungen; Situationszeichnen, 4. — **Tinter**: Höhere Geodäsie, 4; Übungen im Beobachten und Rechnen, 3; Geodätische Rechenübungen, $2^1/_2$. —

Universität Würzburg.

Wien: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, 5; Praktische Übungen, 4 und 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Cantor**: Elektromagnetische Theorie des Lichtes, 4. — **Seitz**: Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, 2. — **Harms**: Einführung in die theoretische Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme, 2; Elementare Theorie des Mikroskops (für Mediziner und Naturwissenschaftler), 1. —

Medicus: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie (organischer Teil), 5; Praktikum für Pharmazeuten, halbtägig; Kurs technisch-chemischer Analysen, 2 halbe Tage; Praktikum in allen Richtungen der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, ganz- oder halbtägig. — **Tafel**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Gürber), 4; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, tägl.; Einführung in die Elektrochemie, 1 *g*. — **Manchot**: Analytische Chemie, 3. — **Reitzenstein**: Über organische Farbstoffe, 2. — **Pauly**: Aromatische Verbindungen I, 2. —

Prym: Differentialrechnung mit Einleitung in die höhere Analysis, 4, Übungen, 2 *g*; Analytische Geometrie der Ebene I, 4; Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 2 *g*. — **Selling**: Theorie der algebraischen Gleichungen, 4; Analytische Mechanik, 4; Theorie der Planetenbewegungen, 3; Beschreibende Astronomie, 1 *g*. — **Rost**: Theorie der partiellen Differentialgleichungen, 4; Invariantentheorie, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 4; Einführung in die darstellende Geometrie, 2; Elemente der Determinantentheorie, 2; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik, 5; Theoretische Physik: Optik (Fortsetzung), 2; Physikalische Übungen, 2; Physikalisches Praktikum für Anfänger, $^1/_2$ Tag; Physikalisches Vollpraktikum, tägl. —

Werner: Anorganische Experimentalchemie, 5; Organische Chemie II, 2; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere (präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten), tägl.; Elektrochemische Übungen, 2 Nachmittage *g*; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag *g*; Chemisches Halbpraktikum, halbtägig; Stereochemie, 1. — **Abeljanz**: Qualitative chemische Analyse, 2; Anleitung zur Ausführung chemischer Experimente, 1; Anleitung zu chemischen Arbeiten im Laboratorium, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, 3 Tage, für Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage, für Anfänger und Vorgerücktere (Nichtchemiker), tägl., für Lehramtskandidaten, 2 Tage, für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 2. — **Pfeiffer**: Einleitung in die physikalische Chemie, 2; Naphtene, Terpene und Kampher, 2; Alkaloide, 1. —

Burkhardt: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 4; Potentialtheorie, 4; Mathematisches Seminar, 2. — **Weiler**: Darstellende Geometrie, mit Übungen, I, 4; Analytische Geometrie, mit Übungen, I, 4, für Lehramtskandidaten, 2; Synthetische Geometrie, 3. — **Gubler**: Algebraische Analysis mit Übungen, 2; Determinanten, 1; Sphärische Trigonometrie, 1; Inhalt und Methode des geometrischen Unterrichtes an der Mittelschule, 1. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Einleitung in die Theorie der Bahnbestimmungen, 2. —

Technische Hochschule Zürich.

H. F. Weber: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Meßmethoden der Elektrotechnik, 4; Wechselstromsysteme und Wechselstrommotoren, 2; Differentialgleichungen der Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Laboratorium, 8 oder 16; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12, 24; Experimentelle Untersuchungen in Wechselstrom und an Wechselstrommotoren, 4. — **Weiß**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Magnétisme, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4; Travaux scientifiques dans les laboratoires de physique, 8, 12, 24. — **Schweitzer**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Thermodynamik, 2 *g*. — **Kunz**: Zurückführung physikalischer Erscheinungen auf die Prinzipien der Dynamik, 2. — **Wyß**ling: Elektrische Zentralanlagen II, 2, Übungen und Konstruktionen, 3; Elektrische Kraftübertragung und Beleuchtung, 3, Repetitorium, 1. — **Tobler**: Elektrische Signalapparate für Eisenbahnen, 2; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik, 1; Militärtelegraphie und -Telephonie, 1. — **Großmann**: Gleichstrommotoren, 1 *g*; Wechselstromkommutatormotoren, 1 *g*. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau I: Steuerungen, Regulatoren, 4, Übungen mit Repetitorium, 1; Gasmotoren (Einleitung), 1; Dampfturbinen, 2; Dampfkessel, 1; Neuere Erfindungen auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen, 1; Maschinenkonstruieren und Entwerfen vollständiger Dampfkraftanlagen, 6; Übungen in der kalorischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums (mit Farny), ½ Tag. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen II, 2; Maschinenkonstruieren, 6; Demonstrationen in der elektrischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag. — **Prasil**: Hydraulische Motoren und Pumpen II, 4, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 12, über Fabrikanlagen, 4; Ausgewählte Kapitel über hydraulische Anlagen, 2; Übungen in der hydraulischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag. — **Escher**: Mechanische Technologie II: Metallverarbeitung, 2, Repetitorium, 1; Mechanische Technologie IV: Spinnerei (Fortsetzung), Weberei, 2; Maschinenlehre, 4, Repetitorium und Übungen, 4; Papierfabrikation, 2; Technologisches Praktikum, 4. — **Fliegner**: Theoretische Maschinenlehre II: Wärmetheorie und Dampfmaschinen, 4, Übungen, 3. — **Herzog**: Mechanik II, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 2. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4; Maschinenbau (Elemente), 5, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 10. — **A. Weber**: Mechanik und Maschinenlehre, 4, Repetitorium, 1; Maschinenlehre, 2, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 4; Industrielle Einrichtungen und Bauten, 2, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 2. — **Barbieri**: Photographie I, 2; Photographisches Praktikum, 2. — **Weilenmann**: Meteorologie und Klimatologie, 3. —

Treadwell: Analytische Chemie I, 2; Gasanalyse mit Übungen, 1; Chemie, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Bosshard**: Geschichte der Chemie bis zum Beginne des 19. Jahrhunderts, 1. — **Constam**: Physikalische Chemie, 2, Kolloquium, 1 *g*. — **Grandmougin**: Bleicherei, Färberei und Farbstoffe, 4, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Hartwich**: Pharmakognosie, 5; Technische Botanik I: Fasern und Stärke, 2; Lebensmittelanalyse mit Übungen, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Mikroskopische Untersuchung pharmazeutischer Drogen, 2; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl.; Chemische Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, tägl.; Mikroskopierübungen in der Nahrungsmittelkunde, ½ Tag; Gerichtlich-chemisches Praktikum, 4 halbe Tage. — **Kaufler**: Mehrkernige und hydroaromatische Verbindungen, 2; Beziehungen zwischen Konstitution und physikalischen Eigenschaften organischer Substanzen, 1. — **Lorenz**: Allgemeine Elektrochemie, 2; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, 4, für Vorgerücktere, 15; Chemische Mechanik, 2; Anwendungen physikalischer Methoden in der Chemie (mit Constam), ½ Tag; Physikalisch-chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Constam), tägl. — **Lunge**: Anorganische chemische Technologie, 4, Repetitorium, 1; Heizung, 2; Metallurgie, 2, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Schulze**: Agrikulturchemie I: Pflanzenernährungslehre, 2; Landwirtschaftlich-chemische Technologie (Zucker- und Spiritusfabrikation, Chemie des Molkereiwesens), 2; Übungen im agrikultur-chemischen Laboratorium (mit Winterstein), 8; Agrikultur-chemisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl. — **Willstätter**: Anorganische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organische Chemie II: Benzolderivate, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Anorganische Chemie, mit Repetitorium, 4; Chemie der Milch und Milchprodukte, 2; Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Produkte, 1. —

W. Fiedler: Darstellende Geometrie, 4; Repetitorium, 1, Übungen, 4; Konstruierende Geometrie der Lage, 4; Elemente der analytischen Geometrie der Lage (Schluß), 1. — **Beyel**: Rechenschieber mit Übungen, 1; Darstellende Geometrie, 2; Flächen 2. Grades (analytisch), 2; Zentralprojektion und projektive Geometrie, 2. — **Dumas**: Chapitres choisis de la théorie des intégrales définies, 2 *g*. — **Franel**: Calcul différentiel, 4, Répétition, 1, Exercices, 2; Théorie des équations différentielles, 4, Répétition, 1. — **Geiser**: Analytische Geometrie, 4, Repetitorium, 1; Elemente der Ballistik, 1. — **Hirsch**: Differentialrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Theorie der linearen Differentialgleichungen, 3. — **Hurwitz**: Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1; Idealtheorie, 2; Mathematisches Seminar (mit Geiser), 2. — **J. Keller**: Mathematik, 4; Repetition der darstellenden Geometrie: Axonometrie, Kollineation, Hyperboloid, Kegel-, Rotations- und Schraubenflächen, 2. — **Kraft**: Mathematik und Mechanik während des naturwissenschaftlichen Jahrhunderts (geschichtlich-kritisch), 1; Geometrischer Kalkül, 2; Elemente der Elektronentheorie mittelst Vektoranalysis, 2; Theoretische Mechanik, 3. — **Lacombe**: Géometrie descriptive, 2 und 4, Répétition, 1, Exercices, 4; Géométrie de position avec exercices, 3. — **Rebstein**: Ausgleichungsrechnung, 2, Übungen, 2, Repetitorium, 1; Kartenprojektionen, 1. — **Rosenmund**: Vermessungskunde, 3, Repetitorium, 1; Erdmessung, 2; Geodätisches Praktikum, 2. — **Rudio**: Höhere Mathematik, 5, Übungen, 2. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Einleitung in die Theorie der Bahnbestimmungen, 2. —

Gesuche.

Dr. phil., Elektrotechniker

mit guten chemischen Kenntnissen **sucht** Stellung in Laboratorium oder Meßinstrumentenfabrik. Offerten unter **No. 202** an die Exped. d. Zeitschr., Leipzig, Königsstr. 2.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.